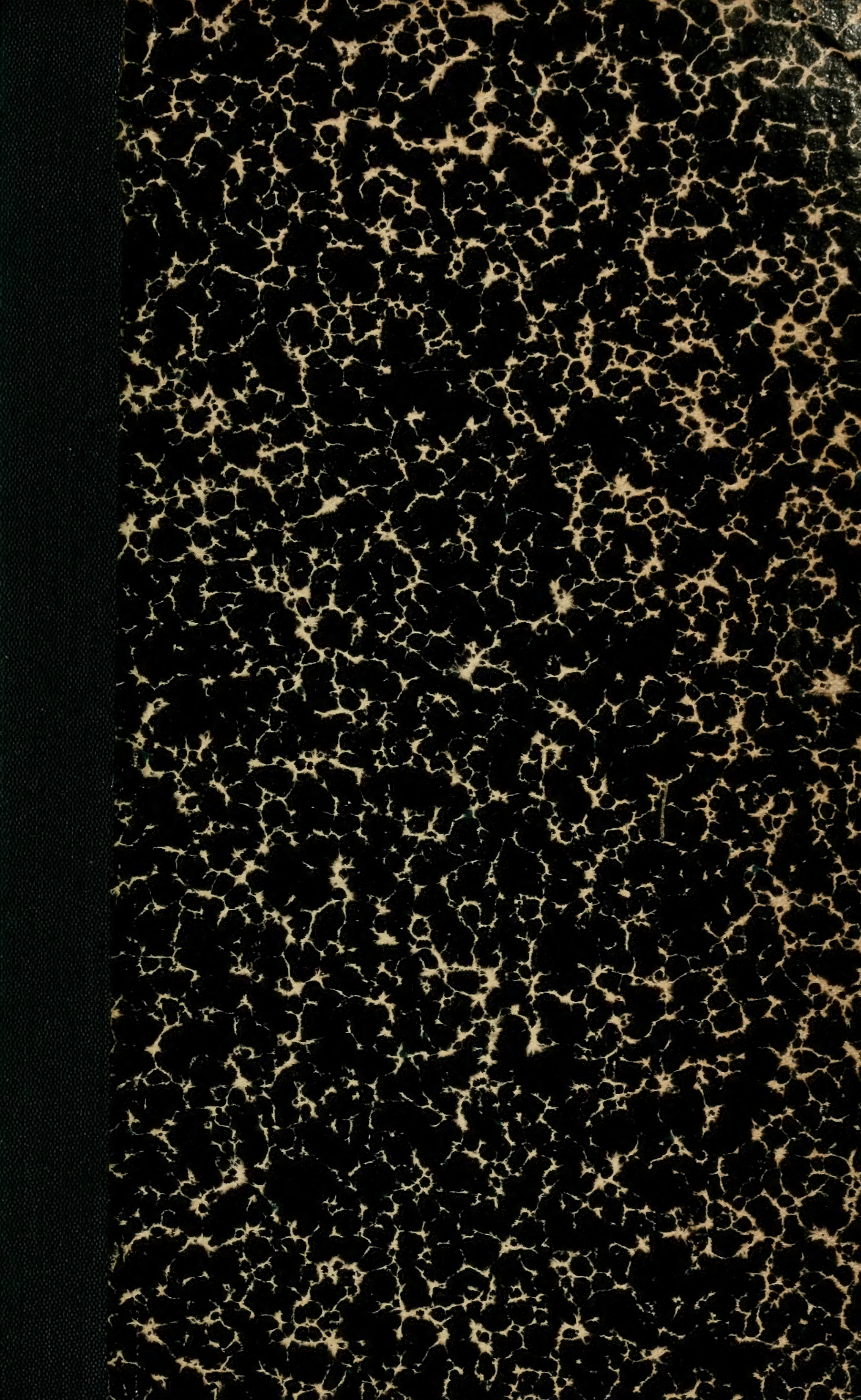
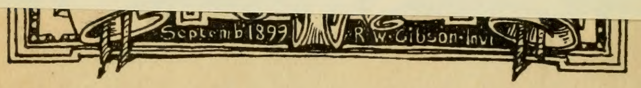



Septemb 1899
R.W. Gibson Inv

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

GENÈVE. — IMPRIMERIE RAMBOZ ET SCHUCHARDT

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME QUARANTE-QUATRIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
GEORGES BRIDEL
Place de la Louve, 1

PARIS
SANDOZ et FISCHBACHER
Rue de Seine, 33

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1872

REVUE DES TRAVAUX
RELATIFS
A LA GÉOLOGIE DE LA SUISSE
(ANNÉES 1870 ET 1871)

PAR

M. ERNEST FAVRE

(avec une planche.)

Les événements politiques des deux dernières années ont ralenti en Suisse l'activité scientifique. La session de la Société helvétique des sciences naturelles a dû être renvoyée, et le congrès des géologues alpins qui, sur l'invitation des géologues suisses, devait se réunir à Genève, a subi le même sort.

Notre ville vient de perdre (15 mars 1872) le savant illustre qui devait présider ce congrès, F.-J. Pictet, et cette perte a été profondément sentie. Son collaborateur à la description des fossiles du terrain crétacé de Sainte-Croix, le Dr Campiche, était mort plus d'un an auparavant (novembre 1870); M. **Jaccard** [54] a retracé dans quelques pages le rôle scientifique joué par lui dans notre pays. Nous déplorons aussi la perte de M. Gerlach, le savant observateur auquel la science doit plusieurs travaux importants sur la géologie des Alpes pennines. Cette mort et celle de Théobald nous privent de deux des savants qui connaissaient le mieux les parties des Alpes dont la géologie est peut-être la plus difficile, et qui était en tout cas la moins connue avant leurs re-

cherches. Les travaux qu'ils laissent après eux aideront leurs successeurs à en terminer l'étude si compliquée. Nous devons à M. **Szadrowsky** [89] une notice biographique sur le dernier de ces savants.

Après l'examen de quelques ouvrages généraux et d'autres spéciaux à la paléontologie ou à la minéralogie, je rendrai compte successivement des travaux relatifs aux Alpes, puis au Jura et à la plaine suisse; je terminerai par ceux qui se rapportent aux glaciers et à la période quaternaire.

L'important ouvrage de M. **Heer** [48] intitulé *die Urwelt der Schweiz,* a été traduit avec succès par M. **I. Demole**. Cet ouvrage, dans lequel l'illustre professeur de Zurich décrit les diverses transformations qu'a subies la Suisse depuis la période carbonifère jusqu'à nos jours, et où il étudie les faunes et les flores qui ont peuplé notre pays aux diverses époques, est trop connu pour qu'il soit nécessaire de faire un examen détaillé de la traduction française qui vient de paraître. Qu'il nous suffise de dire qu'elle a été exécutée avec grand soin et que cet ouvrage unit à un haut degré le charme de la description à la plus profonde science. M. Heer a fait quelques changements et d'importantes additions nécessitées par les derniers progrès de la géologie, à cette nouvelle édition enrichie de nombreuses illustrations.

M. **Simler** [84] a publié une carte géologique de la Suisse à $^1/_{760000}$ qui est une réduction de celle de MM. Studer et Escher de la Linth et ne contient qu'un nombre beaucoup moins grand de divisions géologiques. L'auteur y a joint un certain nombre de signes théoriques; ainsi il

a indiqué dans les Alpes vingt-sept directions de soulèvements correspondant à autant de masses centrales. Il a ajouté à cette carte une courte explication sur les roches qui composent les divers terrains.

La commission géologique suisse [65] a fait paraître la feuille VIII de la carte fédérale, comprenant la région située entre les lacs de Lucerne et de Zurich d'un côté, et le Jura aux environs d'Aarau et d'Oberbuchsiten de l'autre. Cette feuille est occupée en majeure partie par la plaine suisse. Elle a été exécutée par M. **C. Mœsch** pour la partie comprise dans les cantons de Bâle, de Soleure, d'Argovie et de Zurich, et par M. **Kaufmann** pour les cantons de Berne, de Lucerne, de Zug et de Schwytz. Je me borne pour le moment à ces indications et j'attendrai que le texte qui doit accompagner cette feuille ait paru pour en faire une étude plus détaillée.

Dans un travail sur les houilles en Suisse, M. **Chatelain** [12] passe en revue les gisements de combustibles minéraux que possède notre pays. La Suisse renferme quelques affleurements d'anthracite dans le terrain houiller et quelques couches de charbon assez pauvres dans les terrains triasique, jurassique et nummulitique.

Les combustibles les plus abondants sont le charbon de la mollasse d'eau douce inférieure et supérieure, et le lignite schisteux de l'époque quaternaire. L'auteur a fait des études sur la composition chimique des charbons et leur pouvoir calorique. Son mémoire se termine par une statistique des diverses exploitations. L'exploitation totale des charbons en Suisse s'élève à 532,500 quintaux qui représentent une valeur de 430,000 francs.

MM. **Desor** et **de Loriol** [16] ont continué la publica-

tion de l'Échinologie helvétique. Ce magnifique travail, exécuté par deux des premières autorités en échinologie, est accompagné d'un atlas qui compte déjà 51 planches; les livraisons de 1870 et 1871, spéciales, ainsi que le commencement de l'ouvrage, aux terrains jurassiques, comprennent la fin de la famille des Diadématidées (*Pseudodiadema, Heterodiadema, Diademopsis, Hemipedina, Pleurodiadema, Acropeltis, Glypticus, Hemipygus, Magnosia*), les familles des Échinidées (*Stomechinus, Phymechinus, Pedina*), des Salénidées (*Pseudosalenia, Acrosalenia*), des Échinoconidées (*Holectypus, Pygaster*), des Échinoneïdées (*Pyrina, Hyboclypus, Galeropygus, Pachyclypus*) et des Cassidulidées (*Pseudodesorella, Echinobrissus*). L'étude de cette dernière famille n'est pas encore terminée.

Un grand nombre de musées contiennent aujourd'hui des échantillons des beaux cristaux de quartz enfumé découverts en 1868 dans une grotte près du glacier de Tiefen. M. **Forster** [34] a reconnu que leur coloration est due à une matière organique azotée.

M. **Kenngott** [57-58] a fait une étude au microscope du feldspath adulaire de la Fibia au Saint-Gothard et de la magnétite trouvée dans les environs de Zermatt.

Au moment où l'on commence à s'occuper de l'étude du fond du lac de Genève, il ne sera pas inutile de rappeler un travail exécuté il y a quelques années dans le but exclusif de connaître la forme du fond du lac de Côme. Un ingénieur, M. Gentilli, a déterminé ce relief au moyen d'une série de sondages; quelques naturalistes italiens et M. **John Ball** [7] ont contribué aussi à ces travaux. Ce dernier a rappelé dans une publication récente les principaux résultats auxquels était parvenu

M. Gentilli et a reproduit une partie des sections du relief sous-lacustre qui avaient été obtenues; il montre, contrairement aux idées du savant italien, que la forme actuelle du fond du bassin est en opposition complète avec la théorie du creusement des lacs par les glaciers. M. Ball ne cite qu'une seule observation sur la faune profonde du lac : la sonde a retiré d'une profondeur de 408 mètres une boue d'un gris verdâtre formée en majeure partie de matières organiques consistant surtout en Diatomacées et Confervacées.

M. **Kaufmann** [35] a remarqué que le fond d'un grand nombre des lacs de la Suisse est couvert d'une boue blanchâtre de nature crétacée; cette matière se rencontre aussi sous la tourbe des tourbières; elle est formée de molécules microscopiques de carbonate de chaux cristallisé dont l'origine est due à une action chimique. En examinant au microscope le calcaire d'eau douce de la mollasse suisse, il lui trouve la même structure. Il l'a aussi remarquée dans la craie proprement dite où ces molécules sont associées à des coquilles de foraminifères, et dans diverses roches des terrains éocènes, secondaires et triasiques. Ces études ont été renouvelées sur un grand nombre d'échantillons différents et de divers pays.

I. Les Alpes.

Dans un mémoire sur la géologie des Alpes occidentales, M. **Gastaldi** [36] a classé les roches cristallines de cette région en deux grandes subdivisions. Le groupe inférieur auquel il donne le nom de terrains cristallins anciens est formé par le gneiss antique ou gneiss granitique. C'est un gneiss à gros grains, riche en orthose, qui passe souvent à des granits beaucoup plus feldspathiques

que les granits plus récents et qui ne renferme ni serpentine, ni euphotide, ni roches amphiboliques. Ce groupe correspond au gneiss central des Alpes autrichiennes et constitue les trois grandes masses du Mont-Rose, du Grand-Paradis et de la Doria Riparia, qui sont les formations les plus anciennes de cette contrée.

Ces masses centrales sont entourées d'une zone épaisse de terrains cristallins plus récents. Ce sont des roches de natures diverses, euphotides, roches serpentineuses, dioritiques, amphiboliques, alternant avec des calcaires saccharoïdes, des micaschistes, des schistes serpentineux, des gneiss, des granits massifs, etc. Cette zone que M. Gastaldi nomme *zona delle pietre verdi* (zona delle rocce magnesiache, Baretti ; zone calcaréo-serpentineuse, Giordano) est surtout caractérisée par la présence des roches magnésiennes. Le gneiss qu'elle renferme ou gneiss récent, qui en constitue la partie supérieure de même que les granits massifs (de Baveno, d'Alzo, de Belmonte, etc.), sont plus quartzifères et ont un grain plus fin que le gneiss ancien; les granits varient dans leur texture et offrent des passages au gneiss, à la pegmatite, à la syénite, etc. De même que ceux qui sont compris dans le gneiss ancien, ils ne sont nullement d'origine éruptive, non plus que les autres roches qui constituent cet étage. Les pics les plus hardis des Alpes, le Mont-Cervin, la Grivola, le Mont-Viso et d'autres sont formés par les roches de cette zone. Ces deux puissantes formations se distinguent des terrains paléozoïques par leur structure cristalline et leur absence de fossiles; leur dépôt est antérieur à la période silurienne, et elles sont du même âge que les formations cristallines antésiluriennes situées en dehors des Alpes (systèmes laurentien et huronien), avec lesquelles elles

présentent une grande analogie. Dans la carte géologique jointe à son mémoire, M. Gastaldi classe toute cette dernière formation sous le nom de série laurentienne.

M. **E. de Mojsisovics**[66] est arrivé dans les Alpes autrichiennes à des conclusions analogues à celles qu'exprime M. Gastaldi sur les Alpes occidentales. Le gneiss central est dans les Alpes orientales la roche la plus ancienne à laquelle succède la formation nommée par les géologues autrichiens *Schieferhülle*, composée de micaschistes en alternance avec des schistes verts, puis les micaschistes plus récents et les gneiss avec intercalation de roches amphiboliques et de calcaires cristallins; enfin la formation des phyllites. Il établit donc une subdivision de plus que M. Gastaldi en séparant en deux groupes (*Schieferhülle* et gneiss récents) la *zona delle pietre verdi* du géologue italien.

Il regarde les granits massifs comme entièrement passifs relativement au soulèvement des Alpes et n'admet comme masses centrales que les masses anciennes du gneiss central, telles que celles de la chaîne des Tauern, et celle du Mont-Rose. Il s'appuie, pour admettre l'existence de cette dernière, sur la coupe du Mont-Cervin, donnée par M. Giordano, dans laquelle la formation calcaréo-serpentineuse, correspondant à la *Schieferhülle*, et reposant sur le gneiss ancien, est aussi recouverte de gneiss et de micaschistes plus récents.

La structure en éventail ne se montre d'après l'auteur que dans les formations cristallines plus jeunes et surtout sur les bords de la chaîne centrale; elle doit son origine à la pression latérale exercée lors du soulèvement; l'auteur conclut que la plupart des masses centrales dans l'acception générale de ce terme, en particulier les massifs du

Mont-Blanc et des Alpes bernoises, sont en dehors de l'axe du soulèvement des Alpes.

Le même géologue a montré la grande ressemblance qui existe entre les divers groupes des roches cristallines des Alpes et celles de l'Amérique en basant sa comparaison sur la description que M. Sterry-Hunt* a donnée de ces dernières au congrès d'Indianopolis. Le gneiss central appartient d'après lui au système laurentien ; la *Schieferhülle* est l'équivalent du système huronien; les micaschistes supérieurs (souvent nommés *Altkrystallinische Glimmerschiefer*) correspondent au système de Terre-Neuve. Ces formations sont toutes antérieures au système cambrien.

M. **Ebray** [18] ne croit pas que la structure en éventail de la protogine soit un phénomène de refoulement ou de plissement de couches stratifiées, comme l'ont admis MM. Lory, A. Favre et d'autres, et il conclut de ses études comparatives sur les roches des Alpes et celles du Beaujolais que la protogine est une roche éruptive, identique dans sa composition avec le porphyre granitoïde du Beaujolais et de même origine que lui.

M. **A. Muller** [69] a continué ses études sur les roches cristallines des Alpes et les a étendues cette année aux vallées de Gœschenen, de Gorner et de Maïen, qui forment les affluents occidentaux de la Reuss et qui appartiennent au massif du Finsteraarhorn. Les hautes montagnes qui occupent la partie occidentale de la vallée de la Reuss entre Amstäg et Andermatt sont la continuation immédiate de ce massif que l'auteur a étudié précédemment dans les vallées de Maderan, d'Etzli et de Felli. Aussi les roches qui constituent les premières de ces vallées sont

* Revue scientifique, 1871, I, 314, 343.

identiques à celles de ces dernières ; ce sont surtout des granits et des gneiss de diverses variétés, particulièrement celles que M. Muller nomme *quartzitgneiss*. Le géologue bâlois regarde les schistes cristallins et les gneiss de la vallée de la Reuss comme les équivalents très-probables des schistes de Casanna, à l'exception du gneiss primitif qu'il faut distinguer de ces gneiss plus jeunes et métamorphiques. Les schistes argileux, micacés et chloriteux sont peu développés dans cette région ; la diorite se trouve dans les trois vallées ; on y remarque aussi quelque peu de porphyre quartzifère. Parmi les diverses variétés de schistes et de gneiss, les plus communes sont celles qui sont pénétrées d'un quartz à grains fins et qui proviennent, d'après M. Muller, de la transformation de roches sédimentaires anciennes. Certains éléments des granits et des syénites auraient aussi été soumis à des modifications; car on y trouve souvent l'amphibole transformée en mica vert foncé ou en chlorite.

L'auteur a reconnu que les calcaires associés aux gneiss de la vallée de Maïen ne constituent pas une masse isolée reposant sur le gneiss, mais que leurs couches plongent rapidement avec de nombreux plissements entre deux masses de gneiss à inclinaison parallèle. Ils appartiennent à l'étage jurassique, et sont identiques à ceux d'Oberkæsern au pied de la Windgælle. Entre le gneiss et le calcaire se trouvent quelques couches de passage.

La vallée de la Reuss et ses vallées latérales sont le résultat d'anciens affaissements et de fentes agrandies plus tard par les érosions dont l'agent principal est la décomposition des roches sous les influences atmosphériques. Telle est d'une manière fort abrégée le résultat des

recherches du géologue bâlois dans ces vallées. L'étude même des roches l'a confirmé dans les résultats qu'il a énoncés dans son précédent mémoire sur le Crispalt.

M. **Baltzer** [8] a publié des notes géologiques sur le groupe de l'Adamello.

Nous devons à M. **E. de Fellenberg** [25] quelques observations faites dans le Lötschthal (Haut-Valais). Le Bietschhorn est une des cimes les plus élevées du massif du Finsteraarhorn. Le granit dont il se compose, formé d'éléments bien distincts et presque grossiers dans la partie inférieure, prend à mesure qu'on s'élève dans la montagne une structure de plus en plus fine; près du sommet il est presque compacte et porphyroïde et a l'apparence d'une véritable eurite. Il est entouré de schistes verts amphiboliques ainsi que de schistes chloriteux et de micaschistes; le Schildhorn forme un second massif granitique au nord du Lötschthal.

Le Schönhorn, situé dans le Haut-Valais à l'Est de la route du Simplon, est composé d'après M. **F. O. Wolf** [96] de gneiss sur lequel reposent des micaschistes, des schistes amphiboliques et des schistes lustrés; ces derniers sur lesquels est construit l'hospice du Simplon présentent des intercalations de roches serpentineuses.

Le Comité géologique italien a publié dans son bulletin des extraits du travail de M. **Gerlach** [39] sur la géologie des Alpes pennines et du mémoire de MM. **Negri** et **Spreafico** [71] sur les environs du lac de Lugano; j'ai donné précédemment un compte rendu de ces travaux*; il a publié aussi une note de **Théobald** [90] sur la géologie des environs de Bormio, tirée d'un ouvrage plus ancien de cet auteur.

* Revue pour 1869. Archives, 1870, tome XXXVIII.

Plusieurs géologues se sont occupés des terrains traversés par le tunnel des Alpes occidentales. Dans le percement de cette galerie, on a trouvé successivement de Modane à Bardonnèche un terrain formé de schistes, de grès, de conglomérats quartzeux avec des veines d'anthracite, puis des quartzites, de l'anhydrite, des calcaires cristallins et des calcaires schisteux et lustrés. M. **Gastaldi** [35-37] a classé ces dernières roches dans la zone de la pierre verte antérieure au terrain paléozoïque.

M. **E. de Beaumont** [9] a présenté à l'Académie des Sciences un catalogue descriptif d'une série d'échantillons des roches provenant du tunnel. Il répartit les terrains traversés en six zones dont il analyse successivement les caractères. Cet examen l'amène à la conclusion que « le « terrain anthracifère de la Maurienne et de la Taren- « taise est intimement lié au terrain de calcaire schisteux « qui appartient au lias supérieur. Il lui est superposé, « et il est d'une origine plus récente ainsi qu'on s'est « efforcé de le prouver depuis quelque quarante ans. » Le savant géologue, qui a rendu à la science de si éminents services, paraît ne se douter nullement des changements survenus depuis quelque quarante ans dans la géologie des Alpes. La publication de cette théorie surannée a soulevé de vives protestations dans l'Académie des Sciences de Chambéry * et à l'Institut géologique d'Autriche **.

MM. Lory, Pillet et Vallet *** ont indiqué sur leur carte de Savoie une zone de grès anthracifère renfermant, dans

* Séance du 14 décembre 1871.

** Verhandl. der k. k. geol. Reichsanst., 1872, 82.

*** Carte géologique du département de la Savoie, 1869.

le voisinage du tunnel, un gisement d'anthracite, puis une puissante formation de quartzite, de gypse, de cargneule et de schistes lustrés qu'ils rapportent au terrain triasique. M. **de Mortillet** [67] a donné à diverses époques la même classification et l'a rappelée dernièrement dans une note dans laquelle il combat l'opinion de M. Gastaldi.

Dans un article sur la géologie des Alpes consacré à l'analyse des *Recherches géologiques* de M. A. Favre, M. **Sterry Hunt** [86] admet que la zone anthraciteuse représente réellement le terrain carbonifère et que la grande masse de quartzite, d'anhydrite, de schistes lustrés, qui lui succède dans la direction de Bardonnèche appartient à une époque antérieure à la formation carbonifère. Ces dernières roches seraient donc d'une époque plus ancienne que les roches identiques qui forment dans les Alpes occidentales la série triasique et correspondraient aux gypses, aux dolomies, aux serpentines et aux ardoises qu'on rencontre dans les schistes primitifs de Falhun en Suède.

En résumé, si nous écartons les idées de MM. Sismonda et de Beaumont, sur lesquelles la lumière s'est faite depuis plusieurs années, nous restons en présence de deux opinions dont l'une regarde la formation de quartzite, d'anhydrite et de schistes lustrés comme antérieure au terrain carbonifère, l'autre comme postérieure à ce terrain et appartenant à l'époque triasique. Ce que l'on connaît aujourd'hui de la géologie des Alpes rend cette dernière opinion la plus vraisemblable, bien qu'il existe dans cette chaîne des roches de même nature antérieures au dépôt du trias.

M. l'abbé **Moigno** a reproduit la note de M. E. de Beaumont que je viens de citer et a publié à la suite

une traduction française d'un travail plus ancien de M. **A. Sismonda** [85] * dans lequel le savant italien développe ses opinions sur l'âge des roches anthracifères des Alpes. Je ne reviendrai pas sur ce mémoire, déjà connu de ceux qui se sont occupés de la géologie des Alpes occidentales.

M. **Ansted** [1] a rendu compte du percement du tunnel des Alpes dans une communication à l'Association britannique pour l'avancement des sciences.

Les contournements gigantesques qu'ont subis à une époque relativement récente les formations sédimentaires des montagnes des Windgælle et du Tœdi, dans les cantons d'Uri et de Glaris, ont été l'objet de l'étude de M. **A. Heim** [50]. Je reproduis ici (pl. I, fig. 1) une des coupes les plus curieuses que présentent ces montagnes. Les roches qui constituent le groupe des Windgælle sont des gneiss, des schistes cristallins et semi-cristallins, du porphyre, des schistes et des brèches du terrain houiller, des quartzites, des dolomies et le calcaire de Rœthi ou de Vans qui appartiennent au trias, le lias et le jura brun dans lesquels l'auteur a distingué quatre horizons, le jura blanc formé surtout des couches de Birminsdorf et du Hochgebirgskalk, et le terrain nummulitique ; les terrains crétacés manquent, sauf au Griesstock, où se trouvent le néocomien et le gault.

M. **Ischer** a indiqué la présence de couches rhétiques dans l'Oberlaubhorn, montagne qui sépare l'Iffigerthal de la vallée de la Lenk dans les Alpes bernoises. Ces couches, formées d'une lumachelle et d'un calcaire cristallin foncé, renferment la *Plicatula intusstriata* Emmr.,

* Nuove osservazioni geologiche sulle rocce anthracitifere delle Alpi, in-4°. Turin, 1867.

le *Mytilus minutus* Goldf., la *Cardita austriaca* Hau., etc. Elles se trouvent sur un grand nombre d'autres points de la vallée de la Lenk. Cette découverte a été signalée par M. **de Fischer-Ooster** [30].

Ce savant[29], qui a indiqué en 1869 la présence d'une zone de terrain rhétien s'étendant du Mont Cubli près de Montreux, au lac de Thoune, a fait connaître la continuation de cette zone au delà de ce lac, dans la chaîne des Ralligstöcke *, où se trouvent aussi les représentants du lias inférieur et du lias moyen. Les nombreux fossiles qu'il signale dans ces trois terrains ont été recueillis sur le versant N.-O. des Ralligstöcke au-dessus de Sigriswyl, au Bodmi, à l'Obere Matte, l'Oberzettenalp et l'Unterzettenalp, dans des calcaires cristallins de couleur claire et des calcaires noirs schisteux. L'auteur mentionne quelques associations d'espèces rhétiques et liasiques.

Dans un travail postérieur, il donne [28] une liste de 20 espèces de mollusques de l'étage rhétique trouvées dans ces mêmes gisements aux environs de Merligen. Ce sont en particulier :

Pecten Valoniensis Defr.
 Falgeri Mer.
 Hehli d'Orb.
Lima Valoniensis Defr.
Avicula sinemuriensis d'Orb.
Gervilia præcursor Quenst.
Mytilus minutus Goldf.
Plicatula intusstriata Emm.

La découverte de ces fossiles a un intérêt d'autant plus grand qu'ils proviennent en partie de gisements dans lesquels M. Rutimeyer avait indiqué la présence du grès de Taviglianaz. M. de Fischer se confirme ainsi dans l'opinion qu'il a énoncée précédemment, que cette roche est d'un âge beaucoup plus ancien que celui auquel on la rapporte ordinairement.

* Voyez la coupe donnée par M. Studer, pl. I, fig. 2 et 3.

Un travail dans lequel M. **Ooster**[73] décrit des fossiles trouvés à la Dallefluh, près de Merligen, dans ce même grès, fossiles mal conservés, mais qui ont une grande analogie avec des espèces rhétiques, semble appuyer cette manière de voir. Ces faits ne sont cependant pas de nature à modifier nécessairement l'âge généralement attribué au grès de Taviglianaz ; je reviendrai plus loin sur ce sujet.

M. **de Fischer-Ooster**[27] a décrit et figuré un *Ichtyosaurus tenuirostris* Conyb. de 230 centimètres de long trouvé au pied du Moléson (canton de Fribourg) et conservé au musée de Berne. Il est associé aux *Ammonites serpentinus, Thouarsensis, annulatus*, etc., et appartient à la zone de la *Posidonomya Bronni*, c'est-à-dire aux couches inférieures du terrain liasique supérieur.

Nous devons encore à cet auteur[32] des listes de fossiles recueillies dans les Alpes de Fribourg. Voici les gisements de ces fossiles appartenant au terrain jurassique :

Calcaires rouges oxfordiens de la vallée de Vert-Champ, de la chaîne des Gastlosen et de celle du Stockhorn au Nord de Jaun (Bellegarde). Ces calcaires très-fossilifères ont été déjà cités par le même auteur et par moi-même dans diverses autres localités. — Calcaires kimméridgiens du Sattel, près de Jaun. — Calcaires du Dat (Niremont), inférieurs aux marnes à crinoïdes ou marnes à ptéropodes (Ooster) et appartenant à l'étage tithonique inférieur ; ils renferment en particulier :

Belemnites Gemellaroi Zitt.	Ammonites Carpathicus Zitt.
tithonicus Opp.	Perisphinctes Richteri Opp.
Zeuschneri Opp.	Venetianus Zitt.
Phylloceras ptychoicus Quenst.	Geron Zitt.

Terebratula janitor Pict.
rupicola Zitt.
Bieskidensis Zeuschn.
Rhynchonella Zeuschneri Zitt.
capillata Zitt.
Metaporhinus transversus Cott.

Calcaires jurassiques au Sud de Jaun, contenant diverses espèces de fucoïdes et coloriés comme flysch sur la carte de MM. Studer et Escher. M. de Fischer-Ooster indique très-justement que les fucoïdes peuvent se trouver dans les formations les plus diverses et il en donne plusieurs exemples tirés des Alpes de Fribourg.

J'ai décrit moi-même [24] une partie des montagnes de la région méridionale du canton de Fribourg, formées par le prolongement de la chaîne de la Berra (le Niremont et les Corbettes), le massif du Moléson et la chaîne des Verreaux. J'ai montré l'analogie de la première chaîne avec celle des Voirons qui la continue sur la rive gauche du lac de Genève, et la différence des terrains qui constituent ces montagnes avec ceux des chaînes suivantes. Celles-ci sont formées de terrains très-variés : trias supérieur, couches rhétiques avec une faune abondante, terrain liasique, schistes marneux à *Ammonites opalinus, tatricus, Murchisonæ*; calcaires marneux à *Posidonomya alpina* avec une nombreuse faune d'ammonites (*Klausschichten* des Alpes Autrichiennes); couches calloviennes; calcaires rouges oxfordiens; calcaires jurassiques supérieurs à silex avec *Aptychus*, calcaire bréchoïde à *Terebratula Catulloi*, marnes à crinoïdes, terrain néocomien alpin avec *Ammonites Astierianus, Terebratula diphyoides;* calcaire marneux rouge de la craie, schistes et grès du flysch.

J'ai fait remarquer la variété que présentent dans ces montagnes les terrains inférieurs au néocomien et la ressemblance des terrains secondaires de cette région avec

ceux de diverses parties des Alpes, particulièrement du Tyrol méridional.

M. **Pillet**[80] a publié une description géologique de la localité bien connue de Lémenc, près de Chambéry; il distingue trois horizons différents : à la base, la zone de l'*Ammonites tenuilobatus* que l'auteur rapporte au terrain oxfordien, tandis que la plupart des géologues allemands et suisses la classent dans la série kimméridgienne. Au-dessus se trouvent des couches massives renfermant la *Terebratula diphya*, des espèces spéciales au terrain tithonique inférieur (*Amm.* (*Perisphinctes*) *transitorius* Opp., *Terebr. Carpathica* Zitt.) et d'autres communes au terrain tithonique inférieur et supérieur (*Amm.* (*Phylloceras*) *Kochi* Opp., *Silesiacus* Opp. (*Aspidoceras*) *cyclotus* Opp., etc.) Ces couches, qui correspondent à celles de Rogoznik, ont une faune essentiellement jurassique et sont intermédiaires suivant l'auteur entre l'oxfordien et le corallien. La série se termine par une roche renfermant une faune corallienne à laquelle se trouve associée la *Terebratula janitor;* ce terrain appartient, d'après M. Pillet, au corallien supérieur; il offre cependant un passage au néocomien et un mélange des fossiles des deux terrains.

M. **Ooster**[72] a publié un supplément à sa description de la faune du calcaire corallien de Wimmis. Les espèces décrites et figurées dans ce travail proviennent, soit du même gisement que celles qui avaient été décrites précédemment, soit d'un gisement un peu différent situé à Satteleck au-dessus de Brodhäusi. La roche y est d'une couleur un peu plus foncée que dans le premier; elle contient une partie des mêmes espèces et quelques-unes

qui sont nouvelles pour ces localités. Les espèces dont la détermination est certaine, suivant l'auteur, sont :

Pecten articulatus Goldf.
Terebratula formosa Suess.
— Moravica Suess.

provenant de Satteleck, et

Corbis decussata Buv.
Lithodomus Luci de Lor.
Lima Salevensis de Lor.
Pecten concentricus Koch et Dunk.
Terebratula equestris d'Orb.
Hemicidaris alpina Ag.

provenant d'autres points de la Simmenfluh; de plus, M. Ooster cite et figure un grand nombre d'autres fossiles qui ne peuvent être déterminés qu'imparfaitement à cause de leur mauvaise conservation.

M. **Lory** [60] a reconnu que depuis l'Echaillon (Grenoble) jusqu'à Belley et Yenne en Savoie, les calcaires blancs à *Terebratula Moravica* sont continuellement recouverts par une masse puissante de calcaires terminés par des couches d'eau douce correspondant aux dépôts de Purbeck. Il faut espérer que ce savant géologue donnera bientôt plus de détails sur cette importante découverte qui fournit un point de repère nouveau pour fixer d'une manière définitive l'âge si discuté des formations tithoniques.

A la base du terrain néocomien alpin se trouve, dans les Alpes de Fribourg et les Alpes Bernoises, une formation marneuse riche en restes organiques. M. **Ooster** [76] a donné la description des fossiles de ce terrain qu'il nomme couches à ptéropodes et que j'ai signalées auparavant sous le nom de marnes à crinoïdes. Il a recueilli environ 120 espèces dans cinq gisements. La plupart des types déjà connus appartiennent au terrain valangien de Neuchâtel :

un certain nombre au terrain néocomien inférieur et aux couches de Berrias; quelques-uns paraissent jurassiques, d'autres ont une grande analogie avec les fossiles de ce dernier terrain. Il faut joindre à cette liste un certain nombre d'espèces nouvelles, en particulier deux espèces de ptéropodes (genre *Triptera*) et une espèce de *Glenotremites*. L'auteur identifie ces couches avec le terrain valangien et en fait le terrain valangien alpin.

Avant mon travail sur les Alpes de Fribourg, M. **Gilliéron**[40-41] a publié un mémoire sur la formation crétacée des chaînes extérieures des Alpes des deux côtés du lac Léman. Il l'examine dans les chaînes de la Berra, du Stockhorn, du Moléson et des Verreaux ainsi que dans la partie septentrionale du Chablais, et il y reconnaît deux terrains différents: le néocomien qui offre partout le type pur du néocomien alpin, sauf au Montsalvens, près de Bulle, où certaines couches paraissent avoir un facies étranger aux Alpes, et un calcaire schisteux rouge et verdâtre, pauvre en fossiles, qui surmonte le terrain néocomien. Ce calcaire, confondu à diverses reprises avec les couches rouges oxfordiennes, paraît être l'équivalent d'une partie des formations crétacées supérieures; il est ordinairement recouvert par le flysch. Le terrain néocomien alpin ne se trouve que dans les chaînes du Stockhorn, de la Berra et dans leurs continuations, tandis que la division supérieure de la craie est développée non-seulement dans ces mêmes chaînes, mais aussi dans celle du Simmenthal et son prolongement au delà du Rhône. Les caractères de ces terrains restent semblables parallèlement à la chaîne des Alpes, mais ils changent de nature du bord à l'intérieur de cette chaîne. Les observations que j'ai faites dans les

mêmes montagnes concordent tout à fait avec les résultats obtenus par M. Gilliéron.

M. **de Fischer-Ooster**[29] a signalé au-dessus des couches rhétiques et liasiques du Bodmi et de l'Oberzettenalp au Nord du lac de Thoune des calcaires néocomiens riches en fossiles ; ils renferment :

Belemnites pistilliformis Bl.	Ammonites Grasianus d'Orb.
dilatatus Bl.	Astierianus d'Orb.
bipartitus d'Orb.	Aptychus Didayi Coq , etc.

Il a donné[32] aussi une liste de fossiles néocomiens provenant de Bonne-Fontaine (Moléson) et de la vallée de la Sarine près du pont de Grandvillars.

Le même auteur[32] combat l'idée exprimée en premier lieu par M. Gilliéron de l'existence dans les Alpes de Fribourg de deux calcaires rouges d'âge différent, l'un d'époque oxfordienne et renfermant une faune nombreuse, l'autre, pauvre en fossiles et d'époque crétacée; il regarde ces deux calcaires comme appartenant au terrain oxfordien. Dans un travail déjà cité, j'ai soutenu la thèse émise par M. Gilliéron, et je l'ai appuyée de coupes et de descriptions. J'ai montré que le calcaire jurassique rouge est surmonté des calcaires néocomiens, au Moléson, à la combe d'Allières, dans la chaîne des Verreaux, etc., et que le calcaire crétacé sans fossiles repose sur le terrain néocomien, près de Montbovon dans la vallée de la Sarine, et qu'il est compris entre le néocomien et le terrain éocène, près de Château d'OEx.

Ces deux calcaires rouges, d'âge différent, se trouvent à la Simmenfluh, près de Wimmis, où ils sont séparés par les calcaires blancs à faune corallienne; MM. Ooster et

de Fischer-Ooster* les rapportent au même horizon en expliquant la coupe par un contournement. Mais des échantillons bien conservés de la grande espèce d'inocérame décrite par M. Ooster sous le nom de *Inoceramus Brunneri* comme espèce jurassique, et provenant de l'horizon supérieur, ont prouvé à M. **Mérian**[64] que cette espèce n'est autre que l'*Inoceramus Brongniarti* Goldf. de la craie de la Westphalie, et qu'elle est identique à la grande espèce du calcaire de Seewen de la Suisse orientale. M. Mérian a signalé dans le même gisement le *Bourgueticrinus ellipticus* Mill. Ces deux espèces confirment donc l'identité de ces calcaires avec celui de Seewen.

Nous devons à M. **Ooster**[73] la description d'un grand nombre de fossiles des couches crétacées supérieures des Alpes Bernoises; mais ces fossiles, de petites dimensions, sont dans un mauvais état de conservation et les figures qui en sont données sont par conséquent souvent insuffisantes. Ils proviennent de deux gisements : l'un d'eux se trouve à la Dallefluh, près de Merligen (pl. I, fig. 2), dans un ravin nommé Opetengraben; la roche qui les contient est un schiste calcaire sableux, compris entre des couches aptiennes et le terrain nummulitique. Il renferme de nombreux restes de poissons appartenant aux genres *Beryx, Osmeroides, Pycnodus, Gyrodus, Otodus, Oxyrhina*, etc., des serpules, un grand nombre de mollusques, de bryozoaires, d'échinides et de foraminifères. M. Ooster identifie la plus grande partie de ces fossiles à ceux des terrains crétacés de la Saxe et de la Bohême qui ont été décrits par M. Reuss et M. Geinitz et il regarde ces couches comme l'équivalent du *Pläner* de ces pays.

* Voyez Revue pour 1869. Archives, 1870, pl. I.

L'autre gisement se trouve dans un calcaire gris et un grès bleuâtre au Kublisbad, près de Neuhaus, dans le voisinage du lac de Thoune ; le calcaire renferme un oursin déterminé par M. Ooster sous le nom de *Ananchytes ovata*, var. *gibba* Lam. Le grès contient des restes de poissons et un dentale rapporté au *D. polygonum* Reuss.

La découverte de restes organiques dans des couches crétacées supérieures au gault a pour la géologie des Alpes Suisses une grande valeur, les terrains crétacés supérieurs et le calcaire de Seewen en particulier qui en est le principal représentant n'ayant fourni jusqu'ici dans les Alpes qu'un très-petit nombre de fossiles.

M. le professeur **Studer** [88] a décrit la coupe géologique très-compliquée que forment les divers terrains des environs de Merligen et leurs relations stratigraphiques ; il a complété sur quelques points le beau travail que M. Rutimeyer* a publié antérieurement sur cette région. Le savant professeur n'est cependant pas parvenu à expliquer l'énigme que présente cette localité. Je reproduis la coupe qu'il en a donnée, coupe fort curieuse, qui a déjà été et sera probablement encore le sujet de nombreuses discussions (Pl. I, fig. 2, 3).

Les deux côtés du Justithal présentent les terrains néocomien, urgonien et nummulitique régulièrement superposés; la chaîne des Ralligstöcke est composée des mêmes formations plongeant en succession régulière vers le centre de la montagne, de sorte que le chemin du Justithal à Sigriswyl coupe successivement le néocomien, l'urgonien, les schistes de la craie, le terrain nummuli-

* Ueber das schweizerische Nummulitenterrain. Nouv. Mém. de la Société helv., 1850, tome XI.

tique et traverse ensuite ces mêmes terrains en ordre inverse.

Au delà de ces couches la Dallefluh est formée du grès de Taviglianaz, qu'on trouve aussi dans l'Opetengraben et jusqu'à Merligen ; il contient des restes d'animaux et de plantes et M. **Ooster** [75] a rapporté les premiers, quoique avec doute, à des espèces rhétiennes ; mais il n'a pu en faire aucune détermination précise, à cause de leur mauvaise conservation ; au Rothbühl se trouve du gypse, roche regardée généralement comme triasique dans nos Alpes, ce qui paraîtrait confirmer les déterminations de M. Ooster. Au-dessous apparaît un calcaire sans fossiles que M. Studer avait rapporté antérieurement au calcaire de Châtel. Plus bas encore, sur la route de Sigriswyl à Merligen, se voit le grès miocène de Ralligen plongeant sous le gypse et sous le grès de Taviglianaz. Il paraît aussi indépendant des roches sous-jacentes que de celles qui le recouvrent et il est en discordance complète de stratification avec les couches horizontales de la nagelfluh de Ralligen, ce qui est une circonstance exceptionnelle, car ces deux roches sont généralement en stratification concordante.

A quelque distance de là on observe à la Bodmialp des marnes rouges et de la cargneule surmontées de couches rhétiques et liasiques, avec un grand nombre de fossiles signalés par M. de Fischer-Ooster* et recouvertes d'un grès vert semblable à celui qui se trouve près de là au Hörnligraben, intercalé dans le grès de Taviglianaz ; un peu au-dessus se montrent les couches néocomiennes, urgoniennes et nummulitiques dans leur ordre normal ; ici, le grès de Taviglianaz repose donc sur le lias tandis que, près de Merligen, on trouve des fossiles

* Voyez page 18.

rhétiques dans sa partie supérieure; sa place est dans les deux cas très-différente de celle qu'il occupe généralement dans les Alpes.

Cette coupe observée avec beaucoup de soin est très-difficile à comprendre et l'on ne saurait admettre, sur des faits encore inexpliqués, l'opinion de M. **de Fischer-Ooster**[28] qui regarde le grès de Taviglianaz tantôt comme triasique, tantôt comme rhétique. L'âge de cette roche est trop bien établi par de nombreuses observations et des coupes incontestables pour pouvoir être mis en doute. De nouvelles recherches amèneront probablement la solution de cette question sur laquelle MM. Ooster et de Fischer-Ooster ont eu le mérite d'appeler l'attention des géologues. C'est aussi l'opinion de M. **Bachmann**[6] qui a visité les environs de Merligen avec M. Studer. Peut-être quelque localité voisine de celle-ci ou quelque nouvelle roche découverte dans ces localités mêmes donneront-elles la clef de cette énigme stratigraphique et paléontologique; peut-être reconnaîtra-t-on aussi que les couches en question appartiennent réellement aux terrains rhétique ou liasique, sans qu'il soit nécessaire de bouleverser pour cela la géologie des Alpes. M. A. Favre* a énoncé l'opinion que le grès de Taviglianaz est une cendre volcanique stratifiée par les eaux et il n'est pas impossible qu'une roche de cette nature se soit formée à des époques différentes.

M. Studer joint à cette description une remarque sur la situation particulière qu'occupe, à la limite des Alpes et de la plaine, la chaîne à laquelle appartiennent les Ralligstöcke. Elle se termine brusquement à Schöriz sur le bord du lac de Lucerne et à Merligen au lac de Thoune.

* Recherches géologiques, tome III, p. 506.

La continuation de ces montagnes au delà de ce dernier lac paraît être sur la rive droite de la Kander dans la chaîne qui s'étend du Morgenberghorn au Mittaghorn, c'est-à-dire beaucoup plus au S.-E. La formation de certaines grandes vallées de nos Alpes et particulièrement de celle dans laquelle s'étend le lac de Thoune, a donc une haute importance dans l'histoire de la formation et du soulèvement des Alpes.

M. **Renevier** [81] a donné quelques notes sur une zone de flysch qui s'étend du Pré de Chaussy au Wahleggberg au-dessus de Gsteig dans les Alpes vaudoises, et repose au Sud du côté des Ormonts et du Pillon, tantôt sur la cargneule et le gypse triasique, tantôt sur le lias.

Deux espèces de Nautilides provenant de blocs de grès nummulitique tombés des Ralligstöcke et trouvés aux environs de Merligen ont été décrites et figurées par M. **Ooster** [74]. Ce sont l'*Aturia* (*Nautilus*) *Ziczac* Edw. et le *Nautilus Parkinsoni* Edw.

La localité d'Habkern est depuis longtemps connue par la présence de blocs exotiques d'un granite rouge au milieu du flysch. L'étude que M. **Kaufmann** [55] a faite de la roche qui compose ces blocs et des roches avoisinantes l'a amené à conclure qu'il faut diviser les granites contenus dans le flysch de la vallée d'Habkern en granites provenant de la métamorphose des éléments sédimentaires du flysch et en blocs granitiques roulés, amenés en ce point pendant la période de formation de cette roche. Le mode d'origine des premiers et les énormes dimensions qu'atteignent quelques-uns des seconds causent, dit M. Kaufmann, un égal étonnement. Cette théorie est en effet, de nature à soulever bien des doutes.

La mollasse marine a été reconnue par M. **Fankhauser** [22] dans l'Emmenthal; il donne une coupe détaillée des couches miocènes de cette vallée qu'il divise en deux groupes; l'inférieur formé de marnes bleuâtres sableuses et de nagelfluh contenant beaucoup de quartz blanc, appartient à la mollasse d'eau douce inférieure, et renferme des intercalations de couches marines; il contient au Riedberg la *Lamna cuspidata*, le *Zygobates Studeri* Ag., d'autres restes de poissons, une huître, des restes de plantes et près d'Ilfis des empreintes de plantes, *Cinnamomum Scheuchzeri* Heer., *Salix tenera* Br., *Quercus chlorophylla* Ung. Le groupe supérieur est formé d'un grès gris grossier, d'origine marine contenant des dents de *Lamna cuspidata*, d'autres restes de poissons et des fragments de coraux. L'auteur décrit la disposition des couches, leurs divers affleurements et indique les oscillations du sol pendant l'époque où elles se sont déposées. L'étude des dépôts quaternaires de cette vallée montre que les formations tertiaires ont été soumises longtemps avant les érosions de la période actuelle, à des dénudations qui ont pénétré très-profondément. M. Fankhauser fait en terminant quelques remarques sur les blocs erratiques; il signale le fait que le granite de Habkern se trouve toujours avec le grès de Hohgant et en conclut que ces blocs exotiques sont aussi de nature erratique et ont été déposés par l'ancien glacier de l'Emme.

Dans le bel et savant ouvrage publié par M. **Belgrand** [10] sur le bassin parisien, ce géologue distingué se rattache entièrement à la théorie de M. E. de Beaumont sur le soulèvement des Alpes. Le relief actuel du bassin de la Seine a été formé, d'après lui, par une masse d'eau considérable coulant avec une grande rapidité, et mise en

mouvement par le soulèvement brusque de cette chaîne; M. Belgrand admet deux soulèvements dont l'un, celui des Alpes occidentales, aurait eu lieu après le dépôt de la mollasse, l'autre celui des Alpes orientales, survenu après le dépôt de l'alluvion ancienne, aurait produit le relief actuel de la chaîne principale des Alpes (du Valais en Autriche); la contrée dans laquelle s'est faite cette dernière convulsion, présentait déjà de très-nombreuses sommités; « les neiges dont ces hautes montagnes ne « pouvaient manquer d'être couvertes, ont dû être fon- « dues en un instant par les gaz auxquels est attribuée « l'origine des dolomies et des gypses » (E. de Beaumont). « Suivant toute probabilité, dit M. Belgrand, le ravine- « ment du bassin de la Seine est contemporain du dé- « placement d'eau, quel qu'il soit, qui a déblayé les « hautes vallées des Alpes et transporté l'alluvion ancienne « dans la position où nous la voyons aujourd'hui en lui « faisant franchir les grands lacs sans les remblayer*. »

La question de la rapidité de la fusion des glaciers a été longuement discutée il y a 25 ans; cette fusion rapide était la base de l'hypothèse qui attribuait à des courants diluviens le transport des blocs erratiques, théorie qui est maintenant presque généralement abandonnée. Peu de géologues croient aujourd'hui que les gypses et les dolomies des Alpes aient été produits par un dégagement de gaz et que ces roches qui constituent un horizon très-étendu et parfaitement déterminé, inférieur à l'étage rhétique aient été formées sous une influence éruptive à l'époque de l'alluvion ancienne sans que les terrains qui les recouvrent aient subi une altération semblable.

La théorie de M. E. de Beaumont et de M. Belgrand

* Introduction, p. LIII.

exige encore un soulèvement brusque de la chaîne, et ce dernier savant voit dans les contournements des terrains dans les Alpes une raison pour l'admettre; il serait plus naturel, semble-t-il, d'adopter l'opinion contraire, et en considérant ces contournements si compliqués tels qu'ils existent par exemple dans les Alpes de Glaris, on serait plutôt tenté de croire qu'un soulèvement lent a seul pu produire un enchevêtrement si curieux des couches les unes dans les autres; un soulèvement rapide n'aurait opéré que des plissements locaux ou une série de fractures.

M. Belgrand combat les diverses théories émises sur l'origine de l'alluvion ancienne par MM. Gastaldi, de Mortillet, Lyell et Favre, et suppose que les cailloux qui la forment ont d'abord été entraînés dans les profondeurs des lacs, puis qu'ils ont été retirés par la violente irruption des eaux causée par la fonte subite des glaciers. Mais malgré la rapidité qu'on peut attribuer aux courants, on ne peut supposer que, débouchant de la vallée du Rhône dans le bassin du lac, ils conservent assez de force pour déblayer ce bassin qui ne compte pas moins de 60 kilomètres de longueur et 300 mètres dans sa plus grande profondeur; d'ailleurs, comme l'a montré M. A. Favre, l'alluvion ancienne porte, à un kilomètre en aval du lac, l'empreinte d'un dépôt fait lentement; elle est stratifiée et formée d'un mélange de cailloux et de sable fin, et il est impossible d'admettre que ce dépôt soit dû à un courant qui aurait eu assez de force pour retirer d'une profondeur considérable de grandes masses de cailloux.

Il y a longtemps que l'âge du dernier soulèvement des Alpes est l'objet de discussions entre les géologues français et les géologues suisses. En 1846, M. le professeur Studer combattait déjà les idées de M. E. de Beau-

mont sur ce sujet et après avoir défini la nature et l'âge des dépôts supérieurs à la mollasse, il ajoutait : « Il ré-
« sulte de ce qui précède, que, si le soulèvement des
« Alpes principales, pour l'école parisienne, a eu lieu en-
« tre le dépôt de l'alluvion ancienne et celui du terrain
« diluvien, cela veut dire, en langage suisse, que ce sou-
« lèvement est plus récent que la mollasse supérieure et
« plus ancien que les dépôts de cailloux roulés qui rem-
« plissent les vallées.... La mollasse se redresse sur les
« flancs des Alpes; les masses de cailloux sont horizon-
« tales et n'ont pas pris part au soulèvement. Il n'y a donc
« pas de raison pour attribuer un âge plus ancien à une
« partie du cercle des Alpes qu'au système principal *. »

M. **Desor** [14] a repris dernièrement l'étude de cette question et l'a examinée dans la vallée de la Durance sur les terrains de laquelle M. de Beaumont avait basé sa théorie. Il a montré que les conglomérats nommés par le géologue français et par ses disciples terrains de transport anciens ou diluvium redressé, sont parfaitement concordants dans cette vallée avec les grès de la mollasse, et que ces derniers passent graduellement au conglomérat, lequel renferme des cailloux impressionnés comme les conglomérats miocènes de la Suisse auxquels M. Desor les assimile. Ce savant confirme ainsi l'opinion si clairement énoncée il y a vingt-cinq ans par M. Studer, savoir que le soulèvement des Alpes orientales et celui des Alpes occidentales ont eu lieu à la même époque, après le dépôt de la mollasse et avant celui de l'alluvion ancienne; le

* Coup d'œil sur la géologie des Alpes occidentales. Archives des Sciences phys. et natur., 1846, t. III, p. 248. Neue Jahrb. für Min. u. Geol. v. Leonhard u. Geinitz, 1846, p. 195.

soulèvement de toute la chaîne correspond donc à celui des Alpes occidentales de M. E. de Beaumont * et le système de soulèvement des Alpes orientales qui a eu lieu, d'après l'éminent géologue, entre le dépôt du terrain de transport ancien et le passage des courants diluviens, n'a donc aucune raison d'être.

M. **A. Heim** [49] a lu à la Société helvétique des sciences naturelles une note sur l'histoire des Alpes, dans laquelle il expose rapidement la nature des roches qui les composent, les rapports des diverses formations entre elles, quelques considérations sur leur soulèvement, les plissements des couches, l'âge de cette chaîne et la formation de son relief actuel. Ce travail est accompagné d'une belle coupe du versant nord des Alpes passant par le massif du St-Gothard, celui du Finsteraarhorn et aboutissant à la plaine suisse.

M. **F. de Salis** [82] a fait quelques études sur la décomposition des roches dans les montagnes des Grisons où les schistes sont, comme on le sait, fort abondants et particulièrement sujets à être attaqués par les influences atmosphériques.

II. Le Jura et la Plaine.

De nouvelles publications de la Commission géologique suisse sont venues s'ajouter à celles que nous possédons déjà sur la chaîne du Jura ; ce sont les feuilles VI et VII de la carte fédérale coloriées géologiquement et deux volumes de texte.

* Il y a dans la note de M. Desor (six lignes avant la fin) une faute d'impression qui change totalement le sens de la conclusion ; au lieu de : « le soulèvement des Alpes *occidentales* n'a pas de raison d'être, » il faut lire : « le soulèvement des Alpes *orientales*...... » L'auteur m'a autorisé à faire cette rectification.

La feuille VI étudiée par M. **Jaccard** [51-52] ne comprend qu'une petite partie du territoire suisse aux environs du Locle.

M. **Jaccard** a décrit successivement : la région de la Chaux-de-Fonds, du Locle et de la Chaux-du-Milieu, en accordant une importance spéciale au vallon du Locle dont la structure géologique est des plus compliquées ; la vallée du Doubs comprenant particulièrement les localités de Morteau et de Villers-le-Lac, où les terrains portlandien, purbeckien, et crétacés inférieur et moyen sont très-développés; le plateau du Russey et de Maiche où se trouvent les terrains jurassiques, du bathonien au portlandien, et quelques représentants des terrains crétacés et tertiaires ; enfin le massif de Chaumont avec le Val-de-Ruz et la zone littorale du lac de Neuchâtel. Cette dernière région est composée des terrains jurassiques supérieurs et crétacés inférieurs, de quelques lambeaux de mollasse et de terrain quaternaire et glaciaire; elle est comprise dans la feuille XII de la carte fédérale qui n'a pas encore paru, et M. Jaccard en a publié à l'avance la description géologique.

Le travail de M. **Greppin** [43-45] comprend le Jura bernois et quelques districts adjacents. L'auteur examine les terrains aux points de vue stratigraphique et paléontologique. Le trias, qui est la formation la plus ancienne, est représenté par ses trois principales subdivisions. Les terrains jurassiques, qu'il fait commencer avec l'époque rhétienne et dans lesquels il admet 14 subdivisions principales, présentent une succession et une richesse de faunes très-remarquables ; la série crétacée est interrompue à l'époque cénomanienne; puis viennent les dépôts tertiaires, quaternaires et modernes.

Cette étude, faite avec beaucoup de soin, est résumée en un tableau des terrains du Jura central. L'auteur passe ensuite à l'orographie de la chaîne et décrit l'aspect du Jura aux diverses époques géologiques. Contrairement aux opinions de Thurmann et de Gressly, il soutient que le relief actuel du Jura date de la fin de l'époque tertiaire; ce travail est complété par une étude des sources et par un appendice paléontologique dans lequel des espèces nouvelles des terrains jurassiques et particulièrement les restes de deux grands reptiles de l'époque virgulienne sont décrits et figurés.

La partie de la feuille VII [45] de l'Atlas fédéral qui concerne la chaîne du Jura à laquelle se rapporte le travail de M. Greppin, a été coloriée par ce savant et la plaine par M. **Bachmann**. La région du Jura qui se prolonge du côté d'Arau à la suite de celle qui a été décrite par M. Greppin, a été étudiée par M. **Mœsch** [65]; elle est représentée sur la feuille VIII de l'Atlas fédéral.

Grâce à ces publications, la carte géologique du Jura est aujourd'hui complète; les diverses feuilles sont coloriées d'une manière uniforme, et le texte joint à ces cartes permet de juger de la grandeur et de l'importance de ce travail exécuté par MM. Muller, Mœsch, Jaccard et Greppin sous la direction de la Commission géologique fédérale. Cependant, malgré les progrès considérables qu'ont réalisé ces travaux dans la connaissance de cette chaîne de montagnes, l'œuvre n'est pas encore terminée et si les divers géologues qui l'ont exécutée sont généralement d'accord, il existe cependant encore quelques points obscurs et quelques divergences dans la classification des assises jurassiques. Il faut espérer que nous verrons bientôt combler cette dernière lacune.

M. **Jaccard** [63] a donné une explication des feuilles VI, XI et XVI de la carte géologique de la Suisse qu'il a publiée en 1869 et 1870, et a mis en tête de cette notice quelques mots sur la manière de colorier les cartes géologiques.

M. **A. Muller** [70] a publié une étude très-complète du Cornbrash du Jura bâlois. Il en décrit une à une les différentes couches dont l'ensemble a 15 à 20 mètres d'épaisseur. Il fixe la limite inférieure de ce terrain au Hauptrogenstein et la limite supérieure à la couche à *Ammonites macrocephalus* Schl. qu'il admet encore dans cette formation, parce que l'*Ammonites triplicatus* Quenst. qui se trouve avec ce dernier fossile, est aussi abondante dans la couche inférieure où la *Terebratula varians* est très-commune. Il établit dans ce terrain les subdivisions suivantes :

Cornbrash supérieur, couches à *Rhynchonella varians.* 1. Calcaires ferrugineux oolitiques à *Ammonites macrocephalus* Schl., *A. triplicatus* Quenst. 2. Calcaires argileux gris à *Ostrea Knorrii* Ziet., *Mytilus bipartitus* Sow., gisement principal de la *Rhynchonella varians* Sow.

Cornbrash moyen. 3. Calcaires jaunes et bruns à *Gervillia Andreæ* Thurm., *Trigonia costata* Lam., *Lima proboscidea* Sow. 4. Calcaires oolitiques jaunes à *Holectypus depressus* Des., *Disaster analis* Ag. (marnes à Discoïdées).

Cornbrash inférieur. 5. Oolite à *Clypeus patella* Ag., *Ammonites Parkinsoni* Sow., *Nucleolites clunicularis* Ag. 6. Calcaires à *Terebratula maxillata* Sow. et *Nerinea Bruckneri* Thurm. Ces dernières couches reposent sur le Hauptrogenstein.

Ces différentes subdivisions, caractérisées par des fossiles qui leur sont particuliers, sont reliées par des

espèces communes. Plusieurs espèces de cette époque paraissent avoir commencé dans l'oolite inférieure et même dans le lias ; d'autres ont prolongé leur existence jusque dans le terrain jurassique supérieur. M. Muller entre dans des considérations intéressantes sur la durée des espèces, leur origine, leurs migrations et leurs modifications, et trouve dans l'examen des faunes qu'il a étudiées, une confirmation complète de la théorie de Darwin. La plupart des couches triasiques et jurassiques du Jura bâlois sont des formations littorales qui se sont déposées en retrait les unes sur les autres par suite du soulèvement lent de la Forêt-Noire.

Nous devons à M. **Thiessing** [91] deux notes sur le terrain jurassique des environs de Porrentruy. La première est une coupe du terrain astartien mis à découvert par une tranchée de chemin de fer au pied du Fahy; il présente une épaisseur de plus de 100 mètres et une grande abondance de fossiles; la seconde donne une liste d'ossements fossiles provenant pour la plupart des étages astartien, strombien et virgulien.

M. **C. Mayer** [63] a décrit dans le journal de Conchyliologie plusieurs nouvelles espèces de fossiles des terrains jurassiques; j'indique ici celles qui proviennent de la Suisse :

Terebratula episcopalis ; bloc exotique d'Yberg (Schwytz) ; zone de l'*Amm. planorbis.*
Cardinia Escheri ; zone de l'*A. angulatus*, de Mageren (Saint-Gall).
Pholadomya insolita ; zone de l'*A. Jamesoni*, Argovie.
Ammonites crocus ; terrain oxfordien, Argovie.
— *icticerus* ; terrain oxfordien, Birminsdorf (Argovie).
— *diadematoides ;* zone de l'*A. Sowerbyi*, Argovie.

MM. **Kubler** et **Zwingli** [59], déjà connus par leurs

travaux au microscope *, ont publié cette année la description des foraminifères du Jura suisse. Leur examen a porté sur les roches jurassiques des environs de Soleure jusqu'à l'Eichberg dans le grand-duché de Baden et ils ont reconnu ces organismes dans quinze zones successives, depuis les marnes à *Ammonites Turneri* jusqu'à la zone de l'*Ammonites steraspis*. Ils ont décrit 153 espèces de foraminifères, dont 34 appartiennent au lias, 56 au jura brun, 78 au jura blanc; 3 espèces sont communes au lias et au jura brun, 7 au jura brun et au jura blanc.

Les Stichostégiaires sont abondants dans ces trois formations; mais leur nombre est cependant dépassé dans le terrain jurassique supérieur par celui des Hélicostégiaires dans lesquels le genre *Cristellaria* compte à lui seul 21 espèces. Comparant leurs observations avec celles qui ont été faites dans les terrains jurassiques du reste de l'Europe, les auteurs remarquent que les Dentalines sont relativement rares dans le Jura suisse, les Vaginulines y sont fort répandues; les Cornuspires se font remarquer par leur abondance en espèces et en individus; les Agathistégiaires (*Ophtalmidium*), rares dans le reste de l'Europe, sont très-communes du lias supérieur aux marnes à *Terebratula impressa*.

MM. **Pictet** et **Campiche** [79] ont publié cinq livraisons de la description des fossiles du terrain crétacé de Sainte-Croix; elles comprennent la fin de la famille des Limides, les Pectinides (genres *Pecten*, *Hinnites*, *Janira*, *Spondylus*, *Plicatula*), et les Ostracés (genres *Ostrea*, *Anomia*, *Placuna* et *Placunomya*). Dans la dernière livrai-

* Mikroskopische Mittheilungen: I, Neujahrsblatt, Winterthur, 1864, II, Mikroskopische Bilder aus der Urwelt der Schweiz, Neujahrsblatt, 1866. — Actes de la Société helv., 1864.

son, M. Pictet annonçait la perte qu'il venait de faire du collaborateur qui lui fournissait depuis 14 ans les matériaux de ce grand travail. Aujourd'hui le savant professeur a disparu lui-même, laissant inachevée cette œuvre à laquelle il donnait la plus grande partie de son temps, et qui est un des monuments les plus remarquables de la science en Suisse. Il avait cependant avancé suffisamment l'étude des Brachiopodes pour que cette monographie puisse être continuée jusqu'à la fin de cette classe de Mollusques. Mais les conclusions auxquelles l'avaient amené ses études sur les terrains crétacés, qui devaient former la dernière partie de cet ouvrage, sont malheureusement perdues pour la science.

M. **Ph. de la Harpe** [47] a résumé les travaux exécutés par MM. Pictet, Gaudin et lui-même, puis par MM. Pictet et Humbert sur le terrain sidérolithique du canton de Vaud, et comparé la faune décrite par ces savants avec celle que M. Rutimeyer a fait connaître dans le Jura septentrional.

Jusqu'ici on a décrit et figuré en Suisse 84 espèces de vertébrés éocènes; 55 ont été recueillies dans la partie S.-E. du Jura suisse; 40 proviennent de la partie N.-E.; 11 espèces, dont 10 pachydermes, sont communes aux deux régions. On compte 14 reptiles et 70 mammifères, parmi lesquels 51 pachydermes, 8 rongeurs, 10 carnassiers et insectivores et un quadrumane.

Dans un article sur les caractères du terrain sidérolithique, M. **Greppin** [44] dit que les envahissements successifs de la mer en Suisse pendant les époques secondaires et tertiaires ne peuvent pas être attribués à des causes fortuites telles que des affaissements ou des soulèvements du sol, mais qu'ils sont dus à des phénomènes

astronomiques tels que les variations de l'axe terrestre.

La suite du catalogue des Mollusques tertiaires du Musée de Zurich que publie M. **C. Mayer** [62] l'a amené cette année à l'étude de la famille des Panopéides. L'auteur en décrit 48 espèces classées dans les genres *Actinomya, Panopæa, Saxicava* et *Cyrtodaria*. Il est à regretter que ce travail ne soit pas accompagné de figures représentant les nombreuses espèces nouvelles décrites par ce paléontologiste distingué.

Par suite de sondages faits dans les environs de la ville de Bâle, M. **Merian** [64] a pu donner de nouveaux détails sur la distribution du terrain tongrien dans cette région. Ce terrain est formé de marnes jaunes, grises et rougeâtres qui renferment l'*Ostrea cyathula* Lam. Il forme la base du diluvium de la ville de Bâle et s'étend du confluent de la Birse jusqu'à Huningen et probablement encore plus loin du côté de l'Alsace. Il manque sur la rive droite de la Birse, mais il est très-développé sur la rive gauche de cette rivière et plus à l'Ouest où il prend une grande épaisseur.

M. **de Fischer-Ooster** [32] a fait connaître quelques gisements de plantes de la mollasse, à Saint-Légier près de Vevey, à la Combaz près de Saint-Martin (canton de Fribourg), et à Châtel-Saint-Denys; les deux premiers qui paraissent nouveaux sont riches en espèces. Il a figuré [26] aussi une empreinte trouvée dans le lignite de la Paudèze près de Lausanne. Il la rapporte, bien qu'elle soit très-peu distincte, à une plante du groupe des Nymphéacées qu'il nomme *Nuphar primævum*.

MM. **Ooster** et **de Fischer-Ooster** [77] ont figuré des restes de rhinocéros provenant de l'Engehalde près de Berne, qui avaient été décrits en 1860 par M. Ru-

timeyer *. Ces débris trouvés dans le terrain miocène, appartiennent aux espèces suivantes : *Acerotherium Gannatense* Duv., *Rhinoceros Sansaniensis* Lart.

M. **Gutzwyler** [46] a communiqué à la Société helvétique des sciences naturelles le résultat de ses observations sur la mollasse des cantons de St-Gall et d'Appenzell. Ce travail exécuté pour la commission géologique suisse sera plus tard l'objet d'une publication.

III. Terrain quaternaire.

M. P. **Merian** [64] a signalé la découverte de dents du *Rhinoceros tichorhinus* Cuv., dans le diluvium des environs de Bâle.

MM. **A. Escher de la Linth** et **Burkli** [19] ont publié un travail sur les eaux de la ville de Zurich et des environs; il est divisé en trois parties qui comprennent l'étude géologique du sol, des remarques sur les eaux souterraines, les sources et leur distribution. La carte géologique de la ville de Zurich qui accompagne ce mémoire représente la mollasse et un grand nombre de subdivisions des terrains quaternaires et récents; elle montre avec une grande netteté la moraine terminale qui limite le lac de Zurich. Ce travail est accompagné de plusieurs tableaux relatifs à la distribution des eaux.

M. **D. Colladon** [13] a décrit la terrasse d'alluvions sur laquelle est construite la ville de Genève. Cette terrasse élevée de 32 mètres au-dessus du niveau du lac présente à sa partie supérieure un banc formé de couches horizontales de graviers, de galets et de sable. Sous ce banc se trouvent des couches régulières de sable, mêlées de cou-

* Mittheil. naturf. Ges. Bern, 1860, p. 121.

ches de gravier, inclinées de 30 à 40 degrés, et qui viennent s'arrêter brusquement contre le banc horizontal qui leur est superposé. Les matériaux qui les composent rappellent par leur nature minéralogique les sables et les graviers de l'Arve.

M. Colladon explique la structure de cette terrasse par le fait déjà admis par plusieurs géologues que le lac de Genève avait à une époque ancienne un niveau plus élevé que celui qu'il a actuellement. Un affluent, déversant périodiquement à l'embouchure du lac les sables et les graviers, y a formé un delta composé de couches inclinées, puis, quand ce delta a été élevé au niveau du lac, l'affluent a coulé en déposant sur cette nouvelle surface des lits horizontaux de sables et de graviers. Cette explication est identique à la théorie de M. Dansse sur la formation des terrasses sous-lacustres près de l'embouchure des torrents. Dans ce cas particulier, la structure même des couches vient appuyer cette théorie. La nature des matériaux qui les constituent et le voisinage de l'Arve, prouvent évidemment que la formation de la terrasse des Tranchées est due à cette rivière.

M. **A. Favre** [23] et M. **Bachmann** [5] ont cherché à donner une explication de la formation des cailloux impressionnés qui se trouvent en abondance dans le terrain quaternaire des environs de Berne, de Thoune, de Genève, etc.

En examinant ces dépôts, ils ont supposé que ces impressions pourraient être dues à l'eau d'infiltration qui, restant plus longtemps adhérente aux points où les cailloux sont en contact que sur le reste de leur surface, dissoudrait le calcaire et formerait ainsi dans un caillou une dépression correspondant à la forme de la partie

voisine du caillou qui le touche. Cette explication se rapproche de celle qui a été donnée par M. Daubrée * de ce fait remarquable qui fut observé pour la première fois, en 1836, par Lortet dans la nagelfluh de Saint-Saphorin, entre Lausanne et Vevey.

Les travaux relatifs à l'étude du terrain erratique de la Suisse prennent chaque année une plus grande extension. Nous pouvons espérer de connaître bientôt tous les phénomènes qui se rattachent à la période glaciaire en Suisse, l'extension et la puissance des divers glaciers, leurs retraits successifs et les phénomènes diluviens qui les ont accompagnés. L'étude détaillée des restes de cette époque dans un pays où l'on peut regarder son développement comme typique a, outre la valeur locale, une importance théorique et générale facile à apprécier. L'intérêt de ce travail a engagé un grand nombre de communes et plusieurs gouvernements de la Suisse à prendre des mesures pour la conservation des blocs erratiques. Dans un rapport présenté à ce sujet à la Société Helvétique, M. **A. Favre**[25] s'élève contre l'existence de deux périodes glaciaires dont il n'y a pas encore, d'après lui, de preuves positives. Il explique par des circonstances purement locales la présence des alluvions qui se trouvent, à la Dranse, près du lac de Genève et à Wetzikon (Zurich), entre deux terrains glaciaires et sur lesquels M. Heer base l'existence de deux époques glaciaires; il appuie cette opinion sur un fait observé à l'Allée Blanche, au sud du Mont-Blanc, où un terrain d'alluvions repose aujourd'hui sur le terrain déposé par le glacier au commencement du siècle. Il est évident que, quand celui-ci reprendra les di-

* Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, 1857, XLIV, p. 823.

mensions qu'il avait il y a 50 ans, le terrain d'alluvions sera de même que celui de la Dranse et celui de Wetzikon entre deux terrains glaciaires.

M. Rytz et M. Bachmann avaient donné en 1869 un aperçu sur le terrain quaternaire de la vallée de la Kander. M. **Bachmann**[3] a publié depuis un travail complet sur ce sujet dans lequel il décrit les phénomènes qui se sont succédé dans cette vallée depuis la fin de la période tertiaire; il y a joint une carte sur laquelle est tracé un grand nombre de moraines, nombre qui est cependant inférieur à la réalité; elles sont en effet si abondantes qu'on en compte 54 sur un espace de 8 kilomètres. M. Bachmann n'a retrouvé nulle part les traces de deux époques glaciaires; l'accroissement des glaciers et leur retrait interrompu par des arrêts successifs ne constituent qu'un seul et même phénomène.

Le même auteur[4] s'est occupé de l'étude des anciens glaciers du Rhône et de l'Aar et de leurs limites respectives. Il décrit un grand nombre de blocs erratiques; parmi ceux du glacier du Rhône il figure le bloc de granit de Twann, le fameux bloc d'arkésine du Steinhof près d'Herzogenbuchsee et les blocs du Jolimont formés de la même roche.

Il[5] signale sur la rive droite de l'Emmenthal, près de Signau, un bloc de conglomérat de Valorsine et non loin de là à Obermatt sur la rive droite de l'Ifis un bloc d'euphotide. Ces deux roches sont spéciales au glacier du Rhône. Il indique aussi que le bloc gigantesque de serpentine situé entre Walkringen et Biglen provient de la vallée de Trift dont le glacier charrie encore aujourd'hui des roches semblables. Enfin, nous devons au même savant une étude sur un dépôt de nature particulière, ob-

servé aux environs de Berne au contact du terrain glaciaire non stratifié et des masses de cailloux plus ou moins stratifiées qui le recouvrent et qui proviennent de l'action des courants d'eaux occasionnés par la fonte des glaciers.

Tandis qu'en Suisse l'étude du terrain glaciaire est poussée avec activité, deux Français, MM. **Falsan** et **Chantre**[20-21], ont poursuivi jusqu'aux environs de Lyon les traces du glacier du Rhône où elles avaient, du reste, déjà été constatées. Ils ont reconnu et décrit la grande série de moraines qui limitait ce glacier à l'époque de sa plus grande extension, et qui, passant à Seillon, Châtillon, Ars, Sathonay et Lyon, se poursuit de là jusqu'à Vienne en Dauphiné.

En s'étendant jusqu'à une aussi grande distance de sa source et après sa réunion avec le glacier de l'Arve et une partie de celui de l'Isère, le glacier du Rhône eut à lutter contre des glaciers locaux qui occupaient quelques vallées du Bugey, mais il finit par les surmonter et déposa des moraines de roches cristallines sur leurs moraines de roches calcaires. MM. Falsan et Chantre ont adopté pour les glaciers le mode de représentation usité pour les courants marins. Ce procédé a l'avantage d'indiquer sur la carte non-seulement la superficie occupée par les glaciers, mais encore les directions, soit générales, soit locales, suivies par les courants glaciaires.

Un certain nombre d'observations de détail viennent encore augmenter l'intérêt du travail de ces deux naturalistes.

M. **A. Steudel**[87] a publié une description et une carte du terrain erratique des environs du lac de Constance. Après des considérations sur l'origine des lacs et sur le phénomène glaciaire en général, il donne une nombreuse

liste des blocs de cette région, et décrit leur nature, les minéraux et les fossiles qu'ils renferment. Une partie de ce travail est tirée d'une notice publiée antérieurement *.

Nous devons à M. **Tscheinen** [94] une note sur les variations subies par le glacier de Gorner près de Zermatt dans les dernières années, et à M. **Thury** [92] une évaluation de l'épaisseur du glacier de l'Oldenhorn dans les Alpes vaudoises. Cette épaisseur, mesurée au Sex-rouge au bord d'un précipice, est de 30 mètres, et la coupe du glacier présente, selon les places, 40, 50 et 70 couches qu'on peut distinguer nettement.

M. **Ch. Grad** [42] a reproduit dans le Bulletin de la Société géologique des observations sur les glaciers de Grindelwald que j'ai signalées précédemment.

L'origine des tourbières du Jura neuchâtelois a été l'objet des recherches de M. **Ch. Martins** [61]. Ce savant naturaliste a remarqué que dans les tourbières de la vallée des Ponts, du val de Travers et de la Brévine, le sol imperméable sous-jacent est formé par la boue glaciaire déposée par les glaciers alpins au moment de leur grande extension. Leur formation se rattache donc au phénomène glaciaire, et la plupart des tourbières des deux versants des Alpes ont la même origine.

La flore des tourbières du Jura est essentiellement boréale, et son origine est contemporaine de l'époque glaciaire. Il en est de même de celle du nord de l'Europe, des Vosges, de l'Auvergne, des Alpes et des Pyrénées. « L'identité d'origine, dit M. Martins, peut seule expli- « quer cette identité de formes végétales. » Les observations intéressantes de ce savant que je ne puis dé-

* Archives des Sciences phys. et natur., 1867, tome XXIX.

tailler ici, viennent à l'appui de la théorie émise par M. Darwin et soutenue par M. Heer que « la flore alpine « tout entière n'est pour ainsi dire qu'un prolongement « de la flore scandinave jadis continu avec elle, actuelle- « ment séparé, quoique rattaché encore par des anneaux « qui permettent de relier ces deux flores entre elles. »

Un dépôt de tourbe se trouve aussi près de Berne, où il a été dernièrement découvert et décrit par M. **I. Bachmann** [3]. Ce dépôt de quatre pieds de puissance repose sur le terrain glaciaire ; il est composé de restes de sphagnums et renferme un tronc de chêne ; la consistance en est lâche et spongieuse et l'étendue très-restreinte ; peu après son dépôt, la tourbe fut recouverte d'une masse de diluvium.

M. **Tyndall** [95] a publié une série de leçons qu'il a données sur les glaciers, leur histoire, les phénomènes qu'ils présentent et les lois qui les régissent. Ce travail est déduit presque en entier des observations faites sur la Mer de glace ; il est pour ainsi dire une étude raisonnée de ce grand glacier.

Les recherches sur la condensation et l'évaporation de la vapeur d'eau de l'air au contact de la glace, faites au glacier du Rhône par MM. **Ch. Dufour** et **F.-A. Forel** [17], expliquent beaucoup de faits relatifs à la distribution des neiges et des glaciers, à leur accroissement et leur diminution, et se rattachent ainsi plus ou moins à la géologie. Cependant, comme elles dépendent encore plus étroitement de la physique, je me borne à les signaler. Dans un premier appendice joint à ce travail, les auteurs ont donné un plan des moraines frontales du glacier du Rhône qui représente deux moraines concentriques dont la plus éloignée, datant probablement de 1818, était dis-

tante de 420 mètres du front du glacier en juillet 1870; la seconde, plus rapprochée du glacier de 100 mètres, date de 1856.

Un autre appendice concerne les recherches de la commission fédérale d'hydrométrie * sur la surface occupée en Suisse par les neiges et les glaciers. Les surfaces obtenues avec un grand degré d'approximation sont indiquées ici en kilomètres carrés :

Glaciers du Rhin	265,75	kil. carrés.
» de l'Aar	294,42	»
» de la Reuss	145,07	»
» de la Limmat	45,26	»
» du Rhône jusqu'à Genève	1037,27	»
» du Tessin	125,81	»
» de l'Inn dans l'Engadine	182,51	»
Total	2096,09	kil. carrés.

Je signalerai encore, relativement à l'étude physique des glaciers, une note de M. **Briquet**[11] sur la température à de grandes altitudes, ainsi qu'une note de M. **L. Gaulis**[38] sur la limite inférieure des neiges dans les Alpes valaisannes.

M. **Desor**[15] a classé les cavernes du Jura au point de vue de leur forme en quatre types différents : la grotte, l'emposieu ou l'entonnoir, la baume et la galerie. M. Desor distingue encore les cavernes mixtes présentant une combinaison de ces diverses formes et les lapiaz. Il remarque que les cavernes sont intimement liées à la structure géologique du sol, qu'elles sont le plus souvent le résultat d'érosions qui agrandissent et façonnent des fentes ou

* Notice du bureau central de la commission hydrométrique suisse. Berne, 1866.

des ouvertures datant de l'âge du soulèvement de la montagne dans laquelle elles se trouvent; leur origine est souvent fort ancienne.

SCIENCE PRÉHISTORIQUE. L'existence de journaux spéciaux [2-93] qui recueillent tout ce qui se publie dans ce genre de recherches me dispense de signaler tous les travaux qui ont paru sur ce sujet; je n'indiquerai donc que ceux qui se rattachent de plus près à la géologie.

M. **A. Perrin** [78] a publié un travail considérable sur la Savoie à l'époque préhistorique et spécialement à l'époque lacustre.

Dans un essai de chronologie archéologique, M. **F.-A. Forel** [53] cite des calculs faits par plusieurs savants pour donner une date précise aux divers âges antéhistoriques au moyen de débris trouvés à diverses profondeurs dans des alluvions.

Il conteste la validité du calcul de Morlot sur le cône de la Tinière et de celui de Troyon sur les palafittes de l'âge de la pierre de Chamblon. Il cherche ensuite à évaluer le temps qui s'est écoulé entre l'époque du renne et celle des palafittes, temps pendant lequel la faune, la flore, l'homme lui-même ont subi dans notre pays des changements considérables et pendant lequel le niveau du lac s'est abaissé de 30 mètres; mais son calcul ne l'amène à aucun résultat précis.

M. **H. de Saussure** [83] a découvert dans la grotte du Scé, qu'il a fouillée en compagnie de M. Taillefer, une ancienne station humaine du même âge que celle de Veyrier près de Genève; il y a recueilli de nombreux ossements de renne associé à des silex taillés et à des ossements de l'homme, du bouquetin, de l'ours brun, etc. Un squelette

humain, trouvé au fond de la grotte, est probablement d'une époque plus récente et du même âge qu'un fragment de poterie noire micacée; une sépulture découverte en dehors de la caverne, au pied du rocher du Scé, appartient à l'époque gauloise.

M. **de Mortillet** [68] a classé les cavernes de l'époque de la pierre éclatée en France en quatre époques distinctes; le gisement du Salève, de Schussenried en Wurtemberg, ainsi que la plus grande partie des gisements connus, se rattachent à la dernière de ces époques nommée « époque de la Madeleine » du nom d'une caverne de la Dordogne.

NOTES (1870—1871).

1. D.-J. **Ansted.** Notes of a recent visit to the great Tunnel through the Alps, etc. Report XIV. Brit. Assoc. 1870.
2. **Anzeiger** für schweizerische Alterthumskunde. Indicateur d'antiquités suisses. Zurich.
3. I. **Bachmann.** Die Kander im Berner Oberland. Ein ehemaliges Gletscher- und Flussgebiet. Bern, 1870.
4. — Die wichtigsten erhaltenen oder erhaltungswürdigen Fündlinge im Kanton Bern. Mitth. Bern, aus 1870, 32.
5. — Kleinere Mittheilungen über die Quartärbildungen des Kanton Bern. Mitth. Bern aus 1870, 227.
6. — Bemerkungen über den Taviglianazsandstein bei Merligen. Mitth, Bern aus 1870, 222.
7. J. **Ball.** Notice of soundings executed in the lake of Como, with a view to determine the form of its bed. Geol. Magaz., 1871, VIII, n° 8.
8. A. **Baltzer.** Geologische Notizen aus der Adamellogruppe. Jahrb. Schw. Alpenclub, 1870, VI, 421. Viertelj. Zurich, 1871, 175.
9. E. **de Beaumont.** Sur les roches qu'on a rencontrées dans le creusement du tunnel des Alpes occidentales, entre Modane et Bardonèche. Comptes rendus de l'Acad. des Sc., 1870, 1871,

LXXI et LXXIII, reproduit avec une introduction par M. l'abbé Moigno. Actualités scientifiques, 1871.

10. E. **Belgrand.** Le bassin parisien aux âges antéhistoriques, 1869. Histoire générale de Paris.

11. C. M. **Briquet.** De la température à de grandes altitudes. Écho des Alpes, 1871, p. 1.

12. **Chatelain.** Les houilles en Suisse. Bulletin de Neuchâtel, 1870, VIII, 393.

13. D. **Colladon.** Description de la terrasse d'alluvion sur laquelle est bâtie la ville de Genève; disposition remarquable des couches sur lesquelles repose le terrain supérieur. Archives des Sc. phys. et natur., 1870, XXXIX, 37.

14. **Desor.** Note sur le terrain de transport de la vallée de la Durance. Bull. Soc. géol. de France, 1870, XXVII, 35.

15. — Essai d'une classification des cavernes du Jura. Bull. de Neuchâtel, 1871, IX, 68. — Einige Worte über die verschiedenen Grundformen der Höhlen des Jura. Verh. Schweiz. nat. Ges. 1871, LIV, 343.

16. **Desor** et P. **de Loriol.** Échinologie helvétique : description des oursins fossiles de la Suisse, 1870, 1871, feuilles 21 à 39.

17. Ch. **Dufour** et F.-A. **Forel.** Recherches sur la condensation de la vapeur aqueuse de l'air au contact de la glace et sur l'évaporation. Bull. Soc. vaud., 1871, X, 621 ; extrait Archives, 1871, XL, 239. Écho des Alpes, 1870, 238.

18. **Ebray.** Assimilation de la protogine des Alpes au porphyre granitoïde du Beaujolais. Bulletin Soc. géol. de France, 1869, XXVI, 927.

19. A. **Escher von der Linth** und A. **Bürkli.** Die Wasserverhältnisse der Stadt Zürich und ihrer Umgebung. Neujahrsblatt herausg. von d. naturf. Ges. auf das Jahr 1871, LXXIII.

20. **Falsan.** Note sur une carte du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône, dressée par MM. Falsan et Chantre. Archives, 1870, XXXVIII, 118.

21. **Falsan** et **Chantre.** Rapport à M. Belgrand, président de la Société géologique de France, sur le tracé d'une carte géologique du terrain erratique et sur la conservation des blocs erratiques de la partie moyenne du bassin du Rhône. Bulletin Soc. géol. de France, 1869, XXVI, 360.

22. J. **Fankhauser.** Nachweis der marinen Mollasse im Emmenthal. Verh. Bern aus 1871, 162.

23. A. **Favre.** Quatrième rapport sur l'étude et la conservation des blocs erratiques en Suisse. Verh. Schweiz. nat. Ges. 1871, 193.

24. E. **Favre.** Le massif du Moléson et les montagnes environnantes dans le canton de Fribourg. Archives, 1870, XXXIX, 169 ; extrait Verhandl. g. Reichsanst. 1870, 267.

25. E. **von Fellenberg.** Geologische Notizen über das Lötschthal. Jahrb. des Schweiz. Alpenclub, 1870, VI, 417.

26. C. **von Fischer-Ooster.** Beschreibung einer Frucht von *Nuphar primævum* aus der tertiären Braunkohle der Paudeze am Genfersee. Protoz. helv., 1870, II, 26.

27. — Ueber Ichtyosaurus tenuirostris Conyb. aus den Liasschichten am westlichen Fusse des Moleson in den Freiburger Alpen. Protoz. helv., 1870, II, 73. Mittheil. Bern aus 1870, 207.

28. — Neue Nachweise zur Erörterung des Alters des Taviglianaz-Sandsteines. Prot. helv., 1870, II, 85.

29. — Ueber die Zone Rhætischer und Liasischer Schichten an der N.-W.-Seite der Ralligstöcke, beim Bodmi und auf der Zettenalp. Notiz über Neocom-Petrefakten derselben Gegend. Mittheil. Bern aus 1870, 192.

30. — Notiz über das Auftreten der Rhætischen Zone im Ober-Simmenthal. Mittheil. Bern aus 1870, 206.

31. — Notiz über einen neuen Fundort aus der oberen Kreide. Mitth. Bern aus 1870, 205.

32. — Paleontologische Mittheilungen aus den Freiburger Alpen sowie aus dem angrenzenden waadtländischen Gebiete. Mitth. Bern aus 1871, 325.

33. F.-A. **Forel.** Essai de chronologie archéologique. Bulletin Soc. vaud., 1870, X, 559.

34. A. **Forster.** Untersuchungen über die Färbung der Rauchquartze oder sog. Rauchtopaze. Mittheil. Bern aus 1871, 129.

35. B. **Gastaldi.** Brevi cenni intorno ai terreni attraversati dalla Galleria delle Alpi Cozie. Bull. Com. geol. d'Italia, 1871, 193.

36. — Studii geologici sulle Alpi Occidentali. Mem. Com. geol. d'Italia, 1871, I, 1.

37. — Lettere al Signor Enea Bignami (extrait de Cenisio e Frejus di E. Bignami).

38. L. **Gaulis.** De la limite inférieure des neiges dans les Alpes valaisannes. Écho des Alpes, 1870, 97.
39. **Gerlach.** Sulla geologia del Versante meridionale delle Alpi Pennine. Bull. Com. geol. d'Italia, I, 190.
40. V. **Gilliéron.** Notice sur les terrains crétacés dans les chaînes extérieures des Alpes des deux côtés du Léman. Archives, 1870, XXXVIII, 255.
41. — Verhandl. Basel, 1871, V, 453.
42. Ch. **Grad.** Observations sur les glaciers du Grindelwald. Bull. Soc. géol. de France, 1869, XXVI, 687.
43. J.-B. **Greppin.** Description géologique du Jura bernois et de quelques districts adjacents ; 8me livraison des Matériaux pour la carte géologique de la Suisse.
44. — Tribune du peuple, 1871, 220.
45. J.-B. **Greppin** et I. **Bachmann.** Feuille VII de l'Atlas fédéral, coloriée géologiquement.
46. **Gutzwyler.** Verhandl. Schweiz. naturf. Ges., 1871, LIV, 62.
47. Ph. **de la Harpe.** Notice sur la faune du terrain sidérolithique dans le canton de Vaud. Bull. Soc. vaud., X, 457.
48. O. **Heer.** Le Monde primitif de la Suisse, traduit de l'allemand par I. Demole.
49. A. **Heim.** Blick auf die Geschichte der Alpen. Verh. Schweiz. naturf. Ges. 1871, LIV, 155.
50. — Notizen aus den geologischen Untersuchungen für Blatt XIV der eidg. Karte. Vierteljahresschrift. Zurich, 1871, XVI, 241.
51. A. **Jaccard.** Supplément à la description du Jura vaudois et neuchâtelois ; 7me livraison des Matériaux pour la carte géologique de la Suisse.
52. — Feuille VI de l'Atlas fédéral, coloriée géologiquement.
53. — Quelques mots sur les cartes géologiques et en particulier sur les feuilles VI, XI et XVI de la carte géologique de la Suisse. Bulletin de Neuchâtel, VIII, 432.
54. — Le Dr Campiche. Notice biographique. Bulletin Soc. vaud., 1871, XI, 127.
55. **Kaufmann.** Ueber die Granite von Habkern. Verhandl. g. Reichsanst., 1871, 263 et 324.
56. — Seekreide, Schreibkreide und die sogenannten dichten Kalksteine sind krystallinische Niederschläge. Eod. loc., 205.

57. A. **Kenngott.** Adular aus der Fibia am St.-Gothard. Viertel-jahrsschrift. Zurich, 1870, XV, 82.

58. — Magnetit. Eod. loc., XV, 379.

59. **Kübler** und **Zwingli.** Mikroskopische Bilder aus der Urwelt der Schweiz. Die Foraminiferen des Schweizerischen Jura.

60. Ch. **Lory.** Revue scientifique, 2me série, 1871, 715. Soc. géol. de France, 18 décembre 1871.

61. Ch. **Martins.** Observations sur l'origine glaciaire des tourbières du Jura neuchâtelois et de la végétation spéciale qui les caractérise. Mém. Acad. de Montpellier, 1871, VIII, 1 ; extrait Archives des Sc. phys. et natur., 1871, XLII, 236, et Bulletin Soc. géol. de France, 1871, XXVIII, 131.

62. C. **Mayer.** Catalogue systématique et descriptif des Mollusques tertiaires du Musée fédéral de Zurich (suite). Naturf. Ges. Zurich, 1869, XIV, 31.

63. — Description de coquilles fossiles des terrains jurassiques. Journ. de Conchyliologie, 1871, 234.

64. P. **Merian.** Geologische Mittheilungen : Versteinerungen aus dem rothen Kalk der Simmenfluh bei Wimmis. — *Rhinoceros tichorinus*, Cuv. aus dem Diluvium bei Basel. — Verbreitung des Tongrischen Mergels bei Basel. Verhandl. Basel, 1871, V, 388.

65. C. **Mœsch** et J. **Kaufmann.** Feuille VIII de la carte fédérale, coloriée géologiquement.

66. F. **von Mojsisovics.** Verhandl. der k. k. geol. Reichsanst., 1871, 361 ; 1872, 46.

67. G. **de Mortillet.** Géologie du tunnel de Fréjus ou percée du Mont-Cenis. Revue savoisienne, 20 mars 1872, et broch. in-8.

68. — Classification chronologique des cavernes de l'époque de la pierre simplement éclatée, etc. Bulletin Soc. géol. de France, 1869, XXVI, 583.

69. A. **Müller.** Die Gesteine des Geschenen- Gornern- und Maïenthales. Verhandl. Basel, 1871, V, 419.

70. — Die Cornbrash-Schichten im Basler Jura. Verhandl. Basel, 1871, V, 392.

71. **Negri** e **Spreafico.** Saggio sulla Geologia dei dintorni del Lago di Lugano. Bull. d. Comit. geol. d'Italia, I, 56.

72. **Ooster.** Neuer Beitrag zur Kenntniss des Korallenkalks bei Wimmis (Berner Oberland). Protoz. helv., 1870, II, 9.

73. — Die Versteinerungen des Taviglianazsandsteines der Dallefluh am Thunersee (Berner-Alpen). Protoz. helv., 1870, II, 29.

74. — Beschreibung von zwei Arten von Nautiliden aus dem harten kieseligen eocænen Sandsteine der Ralligstöcke am Thuner-See. (Berner-Alpen). Protoz. helv., II, 38.

75. — Beitrag zur Kenntniss der Fauna der obersten Kreideschichten am Nord- Ufer des Thuner-See's. (Berner-Alpen). Protoz. helv., 1870, II, 43.

76. — Die Organischen Reste der Pteropodenschicht, einer Unterlage der Kreideformation in den Schweizer-Alpen. Protoz. helvet., 1871, II, 89.

77. **Ooster** und **von Fischer-Ooster.** Beitrag zur Kenntniss der miocænen Nashornreste der Engehalde bei Bern. Protoz. helv., 1871, II, 1.

78. A. **Perrin.** Étude préhistorique de la Savoie, spécialement à l'époque lacustre.

79. **Pictet** et **Campiche.** Description des fossiles du terrain crétacé des environs de Sainte-Croix. 4me partie, 1870, feuilles 22-33; 1871, feuilles 34 à la fin.

80. **Pillet.** L'étage tithonique à Lémenc (Savoie). Archives des Sc. phys. et natur., 1871, XLII, 135.

81. **Renevier.** Notes géologiques relatives à une course au Pic Romand. Écho des Alpes, 1870, 213.

82. F. **von Salis.** Die Verwitterung im Hochgebirge Graubündens. Jahrb. d. schweizer. Alpenclub, VI, 322.

83. H. **de Saussure.** La grotte du Scé, âge du renne, Suisse. Archives des Sc. phys. et natur., 1870, XXXVIII, 105.

84. Th. **Simler.** Geologische Formationskarte der Schweiz.

85. A. **Sismonda.** Nouvelles observations géologiques sur les roches anthracifères des Alpes, trad. par M. l'abbé Moigno. Actualités scientifiques, 1871.

86. **Sterry-Hunt.** On Alpine Geology. Americ. Journal of Sc. and Arts, 1872, IV.

87. A. **Steudel.** Ueber die erratischen Erscheinungen in der Bodenseegegend.

88. B. **Studer.** Zur Geologie des Ralligergebirges. Mitth. Bern aus 1871, 185.

89. H. **Szadrowsky.** Gottfried Ludwig Theobald. Ein Lebensbild. Jahresber. Graubündens, 1870, XV.

90. G. **Theobald.** Sulla geologia dei dintorni de Bormio (Valtellina) Comitato geologico d'Italia. Bullet., 1870, 101; extrait de THEOBALD und J. WEILENMANN. Die Bäder von Bormio und die sie umgebende Gebirgskette. St.-Gall, 1868.

91. **Thiessing.** Zwei geologische Notizen aus der Umgebung von Pruntrut. Mitth. Bern aus 1871, 337.

92. **Thury.** Une mesure de l'épaisseur du glacier de l'Oldenhorn. Écho des Alpes, 1871, 214.

93. **Trutat** et **Cartaillac.** Matériaux pour servir à l'histoire primitive et naturelle de l'homme.

94. **Tscheinen.** Der Gornergletscher von Zermatt. Verhandl. Zurich, 1870, XV, 186.

95. **Tyndall.** Notes of a course of six lectures on ice, water, vapour and air, 1871.

96. F.-O. **Wolf.** Botanisch-geologische Excursion auf das Schönhorn. Jahrb. d. Schweizer-Alpenclub, 1870, VI, 199.

DES

SPECTRES CALORIFIQUES DU SOLEIL

ET DE

LA LUMIÈRE DE LA CHAUX

PAR

M. S. LAMANSKY[1].

(Traduction.)

En vue des recherches qui font l'objet de ce mémoire et qui ont été faites dans le laboratoire de M. Helmholtz, à Heidelberg, je me suis appliqué à décomposer, à l'aide d'un prisme, un cône lumineux aussi grand que possible. Voici les dispositions qui ont été prises pour atteindre ce but.

Des rayons solaires réfléchis par l'héliostat étaient rassemblés au moyen d'une lentille de 3 pouces et de 25 pouces de distance focale; au foyer de cette lentille se trouvait une fente d'une longueur égale au diamètre de la petite image du soleil. Le faisceau lumineux qui en sortait était décomposé par un prisme de flintglass de 2 pouces d'ouverture et d'un angle réfringent de 60°. Les rayons décomposés étaient rassemblés à l'aide d'une lentille achromatique placée à double distance focale de la fente aussi bien que de la pile thermique linéaire. Cette dernière était composée de 12 éléments bismuth-antimoine et était reliée à un thermomultiplicateur de Magnus. Dans cet arrangement la face du prisme était

[1] Monatsbericht der k. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Décembre 1871, page 632.

tout entière éclairée par les rayons lumineux et le prisme lui-même pendant l'examen des rayons rouges extrêmes était placé dans la position du minimum de déviation pour les rayons rouges.

Le spectre obtenu par cette disposition était d'une grande pureté et a été étudié de la manière suivante : La double fente de la pile thermique, qui n'avait que $^1/_2$ millimètre de largeur, était placée en premier lieu sur la ligne D ; après cela on déplaçait la pile, avec la boîte en fer blanc dans laquelle elle était entourée d'eau chaude pour compenser la température, sur une graduation en millimètres dans le but de pouvoir suivre point par point la distribution de la chaleur dans tout le spectre. Dans des expériences que j'ai faites plus tard pendant l'été avec des appareils en sel gemme, j'ai adapté une vis micrométrique pour le déplacement de la pile thermique qui se trouvait alors derrière la fente d'une plaque de laiton épaisse. A chaque expérience on commençait par faire coïncider à l'aide de l'héliostat, la petite image du soleil avec la fente, ensuite on enlevait l'écran entre la fente et le prisme, puis on lisait la déviation de l'aiguille au moyen d'une lunette et d'une graduation. Je faisais d'ordinaire deux observations pour chaque position de la pile thermique dans le spectre et j'en prenais la moyenne. A la fin je revenais à la ligne D, pour me rendre compte de la variation de l'intensité de l'effet calorifique pendant l'expérience.

1. *Distribution de la chaleur dans le spectre solaire.*

En suivant la méthode qui vient d'être exposée, j'ai étudié la distribution de la chaleur dans le spectre solaire produit par des prismes de flintglass, de sulfure de car-

bone et de sel gemme. Je dois cependant ajouter que les appareils de sel gemme avaient la même dimension que les appareils de verre, cités plus haut, qu'ils avaient été remarquablement bien taillés par l'opticien W. Steeg à Hombourg, dans du sel de Stassfurth d'une transparence parfaite, et que je les ai repolis à nouveau avant chaque expérience. — Mes observations ont eu lieu avant midi pendant l'été et l'automne de l'année dernière et de cette année, et cela seulement par un ciel entièrement dépourvu de nuages ; car les plus faibles nuages occasionnent déjà une différence sensible dans les déviations.

Dans toutes les expériences dans lesquelles, partant de la ligne D, on s'approchait de l'extrémité ultra-rouge du spectre, les déviations, correspondant aux effets calorifiques, croissaient de plus en plus, mais pas d'une manière uniforme, jusqu'à un certain maximum, puis diminuaient ensuite pour augmenter de nouveau, et ainsi de suite, — ce fait se répétait quatre fois. On doit en conclure que la chaleur est distribuée d'une manière discontinue dans le spectre du soleil, c'est-à-dire que les rayons rouges extrêmes sont interrompus en trois endroits par des lacunes ou des bandes.

Ce défaut de continuité dans la distribution de la chaleur du spectre solaire avait déjà été constaté par sir John Herschel (*Phil. Transact.*, 1840), et cela de la manière suivante. A l'aide d'un prisme de flintglass il projetait un spectre sur du papier enfumé, humecté avec de l'alcool, et déterminait la distribution de la chaleur dans le spectre solaire en notant le temps que le papier mettait à sécher. Il a observé que la surface humide du papier séchait sur une série de quatre places (spots) nettement dessinées. Toutefois Herschel dirigea principalement son

attention sur les conditions qui déterminaient l'apparition de ces quatre taches. Il a remarqué que ces taches sont moins nettes dans le spectre produit par le crownglass, et que dans celui d'un prisme d'eau elles ne sont que faiblement indiquées. Plus tard l'existence de ces bandes dans les rayons rouges extrêmes, a été observée par Fizeau et Foucault (*Comptes rendus,* tome 25) à l'occasion de leurs recherches sur l'interférence des rayons calorifiques. Il n'existe pas, que je sache, d'autres observations sur ces bandes du spectre solaire. Tout au moins les investigateurs qui ont examiné la distribution de la chaleur de ce spectre, soit avec des prismes de verre, soit avec des prismes de sel gemme, n'en font pas mention et tracent avant comme après une courbe de chaleur continue.

Les bandes du spectre solaire peuvent être observées très-distinctement avec les trois prismes de flint, de sulfure de carbone et de sel gemme ; mais il faut que le spectre soit parfaitement pur.

Elles ont une position correspondante dans les trois spectres, et ne se distinguent, selon la force de dispersion des prismes, qu'en ce qu'elles sont plus larges avec un prisme de sulfure de carbone par exemple qu'avec un prisme de sel gemme, qui est doué d'une force de dispersion plus faible.

Les trois bandes ou lacunes n'ont pas la même largeur; la première est beaucoup plus nettement séparée de la seconde, que la seconde de la troisième. Il peut arriver, lorsque le déplacement de la pile thermique ne s'opère pas suffisamment lentement, que la seconde et la troisième lacune se présentent comme une lacune unique plus large.

On ne peut toutefois obtenir une représentation exacte de la nature de ces bandes que par les expériences avec les appareils de sel gemme, parce que le verre absorbe en trop grande proportion les rayons rouges extrêmes. — J'ai fait un grand nombre d'expériences dans ce but à la fin d'août et en septembre de cette année, parce que nous jouissions ici à cette époque d'un soleil très-pur. Je pouvais alors étudier le spectre calorifique du soleil entre sept heures et une heure, et me suis appliqué à faire deux observations parallèles dans une matinée, l'une le matin, l'autre vers midi. Dans chaque expérience je suivais la distribution calorifique à partir de la ligne D jusqu'aux confins du rouge extrême où elle avait entièrement cessé ou du moins considérablement faibli.

Il résulte de ces observations que les lacunes deviennent un peu plus étroites à mesure que le soleil s'élève.

Elles étaient plus marquées les jours où l'air était relativement plus humide.

Cependant ces observations ne suffisent pas à elles seules pour attribuer ces lacunes ou ces bandes à l'action absorbante de l'atmosphère, surtout quand on considère que la grandeur apparente de ces lacunes est peut-être déterminée par les variations du dégré d'intensité des rayons rouges extrêmes aux différentes heures de la matinée. Pour trancher la question de savoir si ces lacunes ou bandes ont leur origine dans notre atmosphère ou dans celle du soleil, il faudrait exécuter une série d'expériences sur le spectre calorifique du soleil au moment qui précède immédiatement le coucher de cet astre, car c'est à ce moment, comme on le sait, que les lignes atmosphériques acquièrent leur plus grande inten-

sité dans la partie lumineuse du spectre solaire, et en outre faire une série analogue sur de hautes montagnes où l'influence perturbatrice de l'atmosphère humide de nos régions est à peu près complétement nulle.

Les expériences comparatives avec le sel gemme ont montré clairement que les rayons rouges extrêmes sont absorbés en très-grande proportion par l'atmosphère. C'est cette absorption des rayons rouges extrêmes qui est la cause du déplacement que le maximum du spectre calorifique du soleil subit avec son élévation au-dessus de l'horizon. Dans toutes les expériences qui ont été faites entre sept et dix heures du matin, le maximum tombait derrière la première lacune et était distant de la ligne D presque autant que celle-ci l'était de la ligne F. Par contre, dans plusieurs expériences faites aux environs de midi, l'effet calorifique atteignait ce maximum, derrière la dernière lacune, ou même le dépassait à cette place, comme cela a eu lieu très-distinctement dans une expérience exécutée par une fraîche journée d'octobre. Il faut donc admettre que c'est là, derrière cette dernière lacune que se trouve réellement la place où l'effet calorifique du spectre solaire atteint son maximum d'intensité. Dans le spectre du sel gemme, cette place est située à la même distance de la ligne D que celle-ci l'est de la ligne G.

Des quatre maxima de chaleur que nous avons observés dans le spectre solaire, le premier est le seul qui, d'après la plupart de nos expériences, conserve sa position intacte, tandis que les trois autres maxima se rapprochent du rouge à mesure que le soleil s'élève, d'où il résulte que la première lacune apparaissait plus étroite dans les expériences de midi que dans celles du matin.

Il est très-probable que le déplacement de ces maxima est dû à un changement de réfrangibilité des prismes de sel gemme, occasionné par l'élévation de température des prismes pendant les expériences de midi. Pour m'en rendre compte, j'ai déterminé la déviation de la ligne D dans une chambre à la température de 5° et de 16° et j'ai trouvé que pour un prisme de sel gemme dont l'angle réfringent était de 60°18′ la déviation à 16° était de 2′ plus grande qu'à 5°. Le déplacement des maxima dans mes expériences est d'un peu moins de $^1/_2$ millim., ce qui correspond à un angle qui peut être gagné par un échauffement de 10° C. du prisme de sel; or, pendant mes expériences une semblable élévation de température pouvait facilement se produire vers midi, car la température de ma chambre de travail était toujours assez élevée à ce moment de la journée.

Dans toutes les expériences qui ont été faites avec les trois prismes mentionnés plus haut, à des heures différentes de la matinée et dans différentes saisons, on distinguait clairement que, lorsque l'effet calorifique du spectre solaire avait atteint son maximum derrière la dernière lacune, il diminuait subitement. — Ce phénomène était particulièrement net dans les expériences faites vers midi avec les prismes de sel gemme. Je ferai encore observer que les deux fentes, tant celle du foyer de la première lentille que la double fente devant la pile thermique n'avaient que $^1/_4$ de millim. d'ouverture, que chaque déplacement de la pile thermique était d'un peu moins de $^1/_4$ de millim., et que dans cette disposition les déviations dans la portion située au delà du dernier maximum étaient diminuées de moitié déjà après deux déplacements pareils. On peut demander si, à la place où l'effet

calorifique du spectre atteint son dernier maximum se trouve aussi la limite de la réfrangibilité et si l'effet calorifique qu'on observe derrière ce maximum n'est point occasionné par de la chaleur diffuse réfléchie?

Pour écarter l'effet de la chaleur diffuse dans l'examen des différentes parties du spectre, j'ai utilisé, sur la proposition de M. Helmholtz, la méthode des deux prismes, — méthode à l'aide de laquelle il avait réussi à rendre directement visibles à l'œil les rayons violets extrêmes, en excluant la lumière diffuse. J'ai employé plusieurs fois cette méthode des deux prismes dans ces recherches et particulièrement quand il s'agissait de séparer la chaleur lumineuse de la chaleur obscure.

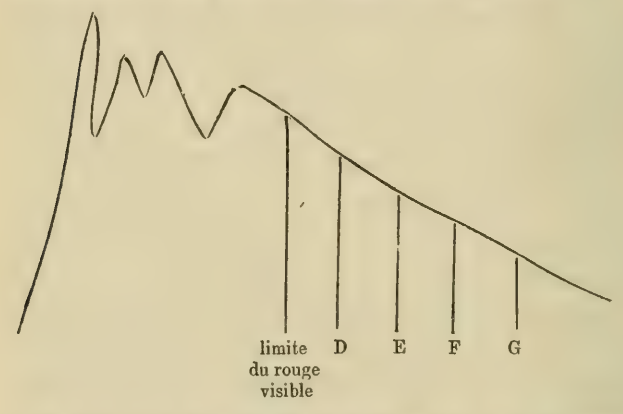
Malheureusement j'ai été empêché par un temps défavorable d'achever les expériences commencées avec cette méthode sur la limite de la réfrangibilité, de sorte que je n'ai point encore de preuve directe à avancer à l'égard de la supposition énoncée plus haut.

Quant à la position du maximum de l'effet calorifique dans le spectre du flintglass, elle est aussi située en dehors du rouge. Dans toutes les expériences qui ont été faites en juin et juillet je l'ai observée devant la première lacune, et en octobre derrière cette même lacune. Les différentes positions du maximum de l'effet calorifique, selon les heures de la journée et selon les saisons expliquent le peu d'accord des données des différents savants qui se sont occupés de ce sujet.

Lorsqu'on suit l'effet calorifique du spectre solaire à partir de la ligne D dans la partie lumineuse, on trouve que les déviations diminuent peu à peu; avec le procédé que j'ai employé, je pouvais constater encore nettement

un effet calorifique derrière la ligne G; j'ai en même temps constaté par la méthode des deux prismes que cet effet n'était pas dû à la chaleur diffuse obscure.

J'ai tracé d'après mes observations la courbe d'intensité calorifique du spectre solaire, en faisant égale à 100 la déviation obtenue au maximum de l'effet calorifique. Ces courbes, comme celle reproduite ci-dessous et qui représente la distribution de la chaleur dans le spectre du sel gemme, permettent de se rendre compte facilement de tout ce que nous venons de rapporter.



Si dans une courbe de ce genre due aux prismes de sel gemme, nous comparons la partie qui correspond à la chaleur obscure avec celle qui correspond à la chaleur lumineuse, nous trouvons que la première est deux fois plus grande que la seconde; il n'est cependant pas rigoureusement exact de calculer de cette manière la proportion qui existe entre la quantité de la chaleur obscure et la quantité de chaleur lumineuse, car, comme je le montrerai plus loin, au-dessus de la partie lumineuse de chaque spectre s'étend une certaine quantité de chaleur diffuse obscure.

2. *Distribution de la chaleur dans le spectre de la lumière de la chaux.*

Les expériences ont été disposées de la même manière que pour le spectre solaire. Entre le cylindre de chaux incandescent et la fente on plaçait une lentille à petite distance focale de telle façon qu'elle se trouvât à un éloignement égal à deux fois la distance focale aussi bien du cylindre de chaux que de la fente. La distribution de la chaleur dans le spectre de la chaux a également été examinée avec des prismes de flintglass et avec des prismes de sel gemme. Dans les expériences avec le flintglass j'ai été obligé d'élargir la fente (2 millimètres), parce que les effets de chaleur étaient très-faibles. Pour ce qui est de la partie lumineuse de ce spectre, je n'ai pu constater un faible effet calorifique que dans le rouge et dans l'orangé. A partir du rouge vers la limite du rouge extrême les déviations augmentaient progressivement jusqu'à un certain maximum, puis il se manifestait une diminution graduelle, toutefois sans présenter une interruption dans la continuité, telle que celle que nous avons constamment observée dans le spectre solaire. Je ferai remarquer à cette occasion que déjà Tyndall, par ses expériences sur la « Calorescence » (*Philos. Transact.*, 1866), avait attiré l'attention sur ce que la discontinuité de la distribution de la chaleur, que sir John Herschel avait observée le premier dans le spectre solaire, ne se présentait pas dans le spectre des sources de lumière artificielles.

Quand nous comparons la distribution de la chaleur dans le spectre de la chaux avec celle qu'offre le spectre du soleil, nous trouvons que la position du maximum de

l'effet calorifique dans le spectre de la chaux est beaucoup plus éloignée de la limite du rouge visible que dans le spectre du soleil. En d'autres termes : pour des sources de chaleur plus faibles l'intensité de l'effet calorifique atteint le maximum dans des rayons à longueur d'onde plus grande que pour des sources de chaleur d'une grande puissance. L'on pouvait d'ailleurs s'attendre à ce résultat, car il en est ici comme de l'incandescence d'un fil de platine, par exemple, lequel émet d'autant plus de rayons de petites longueurs d'onde que la température de l'incandescence est plus élevée.

De plus, on n'observe pas dans le spectre de la lumière de la chaux que l'on obtient avec un prisme de flintglass cette diminution subite de l'effet calorifique que nous avons toujours constatée dans le spectre solaire, ce qui, à ce que je crois, vient de ce que dans nos expériences avec des sources de chaleur artificielles la fente était très-large. Toutefois, quand on opère avec des prismes de sel gemme, pour lesquels la fente est moins large qu'avec ceux de flintglass, bien que plus large que dans les expériences correspondantes sur le spectre solaire, on peut toujours remarquer une place derrière le maximum où apparaît une diminution très-subite ; mais, comme nous l'avons fait observer précédemment, on ne peut décider la question de l'existence d'une diminution subite ou d'une limite probable de la réfrangibilité, qu'en suivant la méthode des deux prismes et en faisant usage de fentes très-étroites.

Nous avons déjà dit plus haut que dans le spectre de la lumière de la chaux avec le flintglass, on ne découvre que dans le rouge et dans l'orangé de faibles effets calorifiques; mais quand on décompose cette lumière avec un

prisme de sel gemme, on peut encore apprécier un effet de chaleur dans le bleu de ce spectre, bien que ce dernier ne soit pas plus lumineux que celui du flintglass. Les expériences d'absorption avec une plaque de flintglass et avec de l'eau ont indiqué aussi clairement une absorption apparente de la chaleur lumineuse. Si ce résultat devait être confirmé, il indiquerait que la chaleur lumineuse n'est pas absorbée dans la même proportion que la lumière par les corps transparents. Pour arriver à une solution décisive j'ai entrepris une étude rigoureuse de l'absorption de la chaleur lumineuse par le flintglass, en suivant la méthode citée plus haut des deux prismes de sel gemme. Après avoir aussi séparé certains rayons homogènes de la lumière du soleil, j'ai comparé leur effet calorifique avant et après l'interposition d'une plaque de flintglass à faces parallèles, disposée de façon à recevoir les rayons perpendiculairement.

Ces expériences ont été étendues sur toutes les couleurs du spectre solaire et ont conduit à une absorption de chaleur :

pour le rouge de	12 %
pour l'orangé de	10 %
pour le jaune de	7 %
pour le vert de	6 %
pour le bleu de	5 %

Il faut encore retrancher de cette chaleur absorbée la quantité de chaleur réfléchie perpendiculairement, qui, pour une plaque de flintglass, est égale à 5 p. 100 de la chaleur incidente.

Il faudrait s'assurer à l'aide d'une méthode photométrique si la lumière colorée n'est pas aussi absorbée dans

la même proportion ; s'il n'en était pas ainsi, nous devrions conclure de nos expériences que la chaleur rayonnante diffuse n'avait pas été complétement écartée.

Ces expériences prouvent que les grands effets calorifiques observés dans la partie lumineuse du spectre de la chaux étaient dus, pour la plus grande partie, à des rayons calorifiques qui, par réflexion diffuse dans les prismes de sel gemme, avaient été déterminés comme dans des milieux d'une transparence imparfaite.

Enfin j'ai fait encore quelques expériences sur l'absorption des rayons rouges extrêmes par des corps transparents, comme l'eau, le verre, le mica, le quartz et la chaux carbonatée. On comparait l'effet calorifique, avant et après l'interposition de ces corps, entre la limite du rouge visible en s'approchant du rouge extrême jusqu'à l'endroit où ce dernier disparaît complétement ou du moins est très-affaibli. Le résultat auquel je suis arrivé a été, d'accord avec les recherches antérieures de Melloni à cet égard sur l'eau (*Poggend. Annalen*, 1832), que *les rayons rouges extrêmes, par leur passage au travers de corps transparents, éprouvent une perte d'autant plus grande qu'ils sont moins réfrangibles.* Quant à ce qui concerne le déplacement du maximum du spectre de la lumière de la chaux, il dépend de l'épaisseur du corps interposé. Ainsi, par exemple, l'interposition d'une couche d'eau de 2 millim. d'épaisseur ne donne pas lieu à un déplacement du maximum, tandis qu'avec une couche d'eau de 10 millim. le déplacement est nettement accusé.

Pour terminer, je me permettrai d'attirer l'attention sur une observation qui s'est présentée dans toutes les

expériences que j'ai faites sur les rayons rouges extrêmes du spectre solaire à différentes heures de la matinée, d'après laquelle je suis conduit à admettre que la portion absorbante de l'air atmosphérique est aussi soumise à la loi énoncée plus haut ; car j'ai été toujours à même de constater que le matin, où les rayons solaires ont un trajet plus grand à parcourir dans notre atmosphère humide, les rayons moins réfrangibles étaient doués d'une intensité plus faible que vers midi.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

Prof. P. TACCHINI. MEMORIE DELLA SOCIETA DEI SPETTROSCOPISTI ITALIANI. MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ DES SPECTROSCOPISTES ITALIENS. Palerme, 1872.

Une publication mensuelle de la Société récemment fondée des *Spectroscopistes italiens* vient de nous parvenir et mérite l'attention du monde savant. Elle résulte de l'accord intervenu entre les astronomes de Rome, de Naples, de Palerme et de Padoue, pour faire coïncider et se compléter mutuellement les observations spectroscopiques de ces diverses stations. Dans ce but, un programme raisonné a été arrêté entre eux, et le ministère de l'instruction publique du royaume d'Italie a déjà manifesté ses intentions bienveillantes en allouant un premier crédit à l'association naissante, en lui donnant certaines facilités pour des communications télégraphiques, et en lui faisant espérer une assistance ultérieure régulière.

Les trois premiers fascicules de l'année 1872 renferment, outre l'exposé des bases de l'entreprise, quelques mémoires dignes d'être mentionnés.

Le professeur Lorenzoni de Padoue rend compte de ses observations pendant l'année 1871, en examinant le contour du disque solaire, non-seulement au point de vue de l'existence et de la forme des protubérances, mais aussi à celui des raies spectrales brillantes que présente la chromosphère dans les diverses latitudes héliographiques. Outre les raies de l'hydrogène qui sont partout signalées, il poursuit particulièrement la recherche de la raie f et de la raie h. La première est probablement celle qui fut aperçue par M. Rayet

entre F et G lors de l'éclipse d'août 1868. Elle correspond au n° 4584 d'Angström et appartient au fer. La seconde *h* appartient à l'hydrogène lorsque la tension et la température sont élevées.

M. Lorenzoni a réussi à constater leur présence partout où se présentent des protubérances d'éclat un peu intense, là aussi où le bord du Soleil est parsemé de points très brillants. En général les deux raies se voient toujours ensemble, et lorsqu'elles brillent, la probabilité est grande que les raies du magnésium, du sodium et de quelques autres métaux sont aussi visibles.

La raie *f* se rencontre fréquemment dans les protubérances jusqu'à une distance considérable du bord solaire ; mais jamais elle ne s'étend jusqu'à l'extrémité supérieure des protubérances de grande dimension. Il y a aussi une variation de formes dans l'apparence des protubérances suivant la raie dans laquelle on les envisage. Dans la raie C leur apparence est la plus complète ; elle est moindre dans F, moindre encore dans D_3 et dans $H\gamma$, et pour ainsi dire rudimentaire dans *f*. On peut affirmer, d'après la série d'observations de la fin de l'année de 1871, que la raie *f* manque rarement dans la zone comprise entre les deux parallèles Nord et Sud à 65° de latitude héliographique, mais que plus près des pôles elle est à peu près invisible.

De ces divers résultats et de leur continuation, on pourra vraisemblablement induire plus tard des conséquences importantes sur la superposition des vapeurs et des gaz à la surface du Soleil, sur leur mode d'émission de l'intérieur du globe et sur la distribution de la température à sa surface.

Le P. Secchi donne la description d'un micromètre inventé par lui pour mesurer la hauteur des protubérances et basé sur un principe déjà pratiqué par M. Porro. Il consiste à mesurer le déplacement occasionné sur les rayons lumineux par l'interposition sur leur parcours d'une lame de verre. Cette lame de verre est placée par lui obliquement devant la fente

de son spectroscope, mais elle ne recouvre que la moitié de la longueur de cette fente. Si par l'inclinaison de la lame on fait coïncider l'image du sommet d'une protubérance qui aura traversé la lame de verre avec celle de la base de la protubérance qui ne l'aura pas traversée, le déplacement des deux images pourra s'évaluer par l'angle dont on aura incliné la lame pour obtenir cette coïncidence. Ce procédé est surtout avantageux pour l'évaluation des protubérances de grandes dimensions qui ne peuvent être vues dans leur intégrité dans le champ d'une raie spectrale, quelque élargissement qu'on lui fasse subir en agrandissant la fente du spectroscope.

La comparaison des dessins de contour de la chromosphère, exécutés simultanément dans les trois centres d'observations, Palerme, Rome et Padoue, permet de conclure à une analogie presque complète, malgré les difficultés pratiques inhérentes à cette opération graphique. Les observations de Padoue, faites avec un instrument beaucoup moins puissant, sont nécessairement moins parfaites. Mais celles de Rome et de Palerme, exécutées avec de beaux réfracteurs, chacun de neuf pouces d'ouverture, présentent une concordance très satisfaisante. Les variations rapides de certains jets protubérantiels ne permettent pas de réaliser une similitude absolue, quelques minutes de temps apportant souvent des changements notables dans leurs apparences. Néanmoins l'accord des dessins dans leur ensemble est remarquable, soit quant à la forme des protubérances, soit quant à leurs dimensions, quoique le procédé de mensuration pour la hauteur de ces proéminences ne soit pas le même dans les deux observatoires. La confrontation s'est opérée pour les mois de juillet et d'août 1871, où le ciel a été propice à cette étude. Les travaux postérieurs ne manqueront pas d'être publiés aussi, et offriront probablement une concordance toujours plus grande. L'expérience est en effet un grand élément de perfectionnement dans ce genre de travail, d'origine toute

récente et où les praticiens réalisent constamment quelque progrès dans leurs procédés de recherches. Chaque jour nous avons ici l'occasion de le constater, et les récits si détaillés et si remplis de faits de M. Tacchini sont un enseignement des plus profitables pour tous ceux qui cherchent à explorer le même champ d'études. Sous un climat beaucoup moins favorable et avec un instrument beaucoup moins grand, nous pouvons néanmoins apprécier la parfaite exactitude de ses dessins. Nous avons parfois pu discerner l'apparence en dents de scie de certaines parties du contour de la chromosphère, qui a échappé quelque temps, même aux astronomes du Collége romain, munis de leur grand équatorial. Il est indubitable aujourd'hui toutefois, que, contrairement à l'opinion émise antérieurement, les grandes lunettes ont de notables avantages sur les petites pour l'examen des phénomènes chromosphériques.

La livraison de mars du Recueil des spectroscopistes italiens renferme un résumé du P. Secchi sur ses observations de protubérances, qui a paru aussi dans le *Nuovo Cimento*, vol. V-VI.

Chaque jour, afin de constater les relations existantes entre les apparitions de taches, de facules et de protubérances, les observateurs du Collége romain font un dessin cursif de tous les phénomènes visibles sur le disque du Soleil, en usant à cet effet d'une image projetée sur une feuille de papier blanc, par une lunette équatoriale de Cauchoix de 6 pouces d'ouverture, douée d'un mouvement rotatoire. L'esquisse des taches et facules une fois prise, et leur position sur le soleil fixée, ils usent du grand réfracteur de Merz pour faire le dessin des protubérances au spectroscope, notant leurs formes, leur angle de position et leur hauteur. Celle-ci s'obtient par l'estimation rapportée à la largeur de la fente pour les protubérances de petites dimensions ; pour les plus grandes, on emploie le micromètre décrit tout à l'heure.

Ce travail s'est exécuté pendant neuf rotations du Soleil,

toutes les fois que le temps l'a permis, produisant un total de 148 jours d'observation.

1208 protubérances ont été observées dans l'hémisphère nord du Soleil; 1459 dans l'hémisphère sud. On remarque un maximum entre 20° et 30° de latitude héliographique boréale et entre 10° et 20° de latitude héliographique australe. Des minimum se trouvent entre 60° et 70° de latitude nord, et entre 50° et 60° de latitude sud.

L'apparition presque continuelle de protubérances dans les régions de maximum prouve qu'il y existe comme une ceinture permanente de ces phénomènes. Elles y sont aussi plus hautes et plus brillantes et coïncident avec les régions les plus fertiles en facules et en taches. La comparaison du nombre des phénomènes observés dans les diverses rotations successives ne donne pas de résultat frappant; on ne peut pas non plus y attacher une trop grande importance, parce que telle protubérance, comme aussi telle tache ou telle facule, peut être comptée ou omise lorsqu'elle est de fort petites dimensions, la limite de celles qui méritent d'être prises en considération n'étant point absolue, tandis que leurs grandeurs varient dans une immense proportion.

On a cependant constaté une diminution sensible de protubérances ainsi que de taches pendant le mois de septembre.

Une circonstance fondamentale qui va de pair avec la fréquence des taches, paraît être la grandeur du diamètre solaire. Le P. Rosa, qui s'est appliqué à ce genre de comparaisons, croit pouvoir conclure que dans les périodes de calme relatif dans l'activité de la fournaise solaire, les diamètres du disque sont assez constants, tandis qu'ils subissent des discordances plus nombreuses et plus étendues dans les jours de grand travail. L'étude de ces curieuses variations se continue, mais leur cause paraît ne pas devoir être attribuée à des erreurs d'observation.

L'inclinaison très générale des panaches supérieurs des

protubérances du côté des pôles fait présumer l'existence de courants allant de l'équateur aux pôles dans les couches de l'atmosphère solaire entourant la chromosphère, atmosphère dont la réalité est maintenant bien démontrée par les observations de la couronne pendant les éclipses totales. Cette circulation habituelle est souvent troublée par divers accidents, mais son intensité est grande, à en juger par l'inclinaison très prononcée des petites flammes ou languettes qui débordent de la chromosphère.

Le Père Secchi termine son exposé par les quelques remarques suivantes :

1° Les protubérances les plus brillantes précèdent en général les taches et permettent d'en présager l'apparition.

2° Les plus grandes protubérances se trouvent souvent disposées symétriquement aux deux extrémités d'un même diamètre solaire, fait qui implique nécessairement la fluidité du globe.

3° Le développement des protubérances au moment de la naissance d'une tache de quelque étendue est singulièrement rapide, indiquant que l'activité solaire se propage dans la masse avec une grande vitesse. On a recouru à l'électricité pour en rendre compte : la rapidité des jets ne paraît toutefois pas dépasser 50 ou 60 kilomètres à la seconde ce qui n'exige pas d'invoquer cette influence.

4° La matière émise dans les éruptions soulève la couche chromosphérique superposée ainsi que la strate intermédiaire constatée par l'auteur entre la chromosphère et la photosphère et qui fournit un spectre continu. E. G.

PHYSIQUE.

WHITEHOUSE. NOUVEL HYGROMÈTRE. (*Proceedings of the Royal Society*, 22 février 1872.)

Après quelques considérations sur l'emploi pour l'hygrométrie de diverses substances susceptibles d'absorber l'hu-

midité de l'air, l'auteur s'arrête à l'acide sulfurique concentré. Au moyen d'un petit syphon capillaire dont une extrémité plonge dans un réservoir d'acide et l'autre aboutit sur la partie supérieure de la boule d'un thermomètre, M. Whitehouse maintient pendant un temps d'une longueur convenable une mince couche d'acide autour de la surface de cette boule. L'absorption de l'humidité est accompagnée d'une élévation de température qui est proportionnelle à la quantité de vapeur hygrométrique; l'acide une fois hydraté tombe par gouttelettes dans un réservoir placé pour les recevoir.

L'appareil lui-même consiste en trois thermomètres d'une construction identique; la boule du premier demeure sèche, celle du second est maintenue humide et celle du troisième est couverte de la couche d'acide sulfurique. Les trois thermomètres sont placés à côté les uns des autres et on les observe en même temps.

Après quelques détails sur les précautions à prendre, sur la quantité d'acide sulfurique nécessaire, l'auteur donne un tableau des observations comparatives qu'il a faites pendant quelques jours et à différentes heures avec les trois thermomètres. Il résulte de ce tableau que l'élévation de la température occasionnée par l'absorption de l'humidité sur le thermomètre dont la boule est recouverte d'acide sulfurique, est considérable, et varie sensiblement avec la quantité de vapeur aqueuse répandue dans l'air ; mais on n'y trouve pas de comparaison entre les résultats fournis, quant à l'état hygrométrique de l'air, par ces élévations de température, et ceux que donnent les abaissements du thermomètre entouré de la boule humide. L'auteur a besoin, pour établir cette comparaison, de quelques données qu'il va chercher à se procurer.

De la Rive. Emploi de l'acide sulfurique dans l'hygrométrie.

Le travail de M. Whitehouse m'a rappelé qu'en 1825, j'avais essayé exactement le même procédé hygrométrique que M. Whitehouse vient de faire connaître [1]. Je me bornerai à rapporter ici textuellement la partie de mon travail relative à la description du procédé, telle qu'elle se trouve dans l'extrait qui en a paru dans les *Annales de Chimie et de Physique*, renvoyant au mémoire lui-même inséré dans la *Bibl. Univ.*, pour les détails des expériences et les considérations générales sur le sujet.

« Je plonge la boule d'un thermomètre sensible dans de l'acide sulfurique concentré; je l'en retire en lui donnant une petite secousse, de manière qu'il ne reste autour de la boule qu'une légère couche d'acide qui lui demeure adhérente; ce thermomètre monte aussitôt d'un certain nombre de degrés au-dessus de celui qu'il marquait avant d'être plongé dans l'acide; puis au bout d'un instant il s'arrête et commence à redescendre. Je suppose maintenant qu'on détermine de combien de degrés il monterait pour l'humidité extrême à la même température; en prenant le rapport entre ces deux nombres de degrés, on trouve le rapport exact entre la tension de la vapeur existante dans l'air et la tension totale à la même température.

« Le thermomètre, par exemple, marquait 12° R. plongé dans l'acide sulfurique, et exposé à l'air il est monté à 25 $^1/_2$, c'est-à-dire de 13° $^1/_2$; placé dans une cloche où régnait l'humidité extrême, à la même température de 12°, il est monté à 27°, c'est-à-dire de 15°, le rapport de 13° $^1/_2$ à 15 exprime celui de la tension de la vapeur existante dans l'air à la tension totale pour 12° de la température. En effet le rapport de 13 $^1/_2$ à 15 est égal à celui de 90 à 100. Or si l'on

[1] Voyez *Bibl. Univ.*, 1825, tome XXVIII, p. 285, et *Annales de Chimie et de Phys.*, 1825, tome XXX, p. 87.

cherche dans la table de Gay-Lussac [1] quel est le degré de l'hygromètre qui correspond à la tension 90, on trouve 95°,43, et dans l'expérience ci-dessus l'hygromètre indiquait 95°,50.

« Pour toute autre température que 12° et pour un même degré de l'hygromètre de de Saussure, le thermomètre montera d'autant plus que la température de l'air sera plus élevée, puisque la quantité absolue de vapeurs aqueuses répandues dans l'air s'accroît avec le degré de chaleur. Il sera par conséquent nécessaire de connaître la variation de température produite par l'air saturé de vapeurs pour chaque degré du thermomètre ; mais des expériences nombreuses m'ont paru démontrer qu'on pouvait sans erreur sensible, se contenter de déterminer le nombre de degrés dont le thermomètre monte dans le cas de l'humidité totale pour deux points extrêmes tels que 0° et 20°, et répartir également la différence entre les degrés intermédiaires. De plus, il m'a paru que les variations du thermomètre, quand on le retire de l'acide, sont proportionnelles aux tensions des vapeurs à ces mêmes températures.

« Quant à la différence remarquable qui existe entre les quantités de chaleur développées par la condensation des vapeurs sur l'acide sulfurique, suivant le degré d'humidité de l'air, il semble au premier coup d'œil, que, quelque minime que soit la quantité de vapeur répandue dans l'atmosphère, il doit y en avoir une quantité suffisante pour saturer la couche d'acide restée adhérente à la boule du thermomètre, et par conséquent pour développer la même quantité de chaleur. »

« Mais il faut observer qu'il y a ici une lutte établie entre la

[1] La table de Gay-Lussac, qu'on trouve dans le *Traité de Physique expérimentale et mathém.* de Biot, tome I, p. 532, donne pour la température de 10 degrés cent., le degré de l'hygromètre à cheveu correspondant à la tension de la vapeur aqueuse actuellement existante dans l'air et réciproquement. M. Biot remarque que la table peut s'étendre à d'autres températures.

force d'affinité de l'acide pour la vapeur et la tendance que possède l'eau à rester sous cette forme de vapeur, tendance qui est d'autant plus forte que la quantité de vapeurs répandue dans l'atmosphère est moindre. Il résulte de là que plus l'humidité sera grande plus l'acide aura de facilité à condenser la vapeur, plus aussi cette condensation sera prompte, et, par conséquent, plus la chaleur développée sera considérable. Le thermomètre ne s'arrêtera donc que lorsque le refroidissement occasionné par la différence de température qui existe entre l'air ambiant et la boule du thermomètre, compensera la quantité de chaleur produite par la condensation de la vapeur, et le terme auquel aura lieu cette limite dépendra du degré plus ou moins grand de l'humidité de l'air. »

J.-L. Soret. Sur la dispersion anomale.

Dans le numéro de mars des *Annales de Chimie et de Physique*, M. Bertin a analysé les divers travaux qui ont été récemment publiés sur la dispersion anomale. Il a bien voulu donner une place dans son compte rendu à la Note[1] dans laquelle j'avais décrit une méthode d'expérience consistant à placer le prisme creux qui contient la dissolution de la substance anomale dans une auge en verre, à faces parallèles, remplie elle-même du liquide dissolvant; disposition qui permet d'observer plus facilement le spectre interverti, parce qu'il n'est pas nécessaire d'employer des dissolutions aussi concentrées.

M. Bertin a ajouté à l'exposé de cette méthode quelques critiques fort bienveillantes du reste : « L'expérience de M. Soret est ingénieuse, dit-il, mais la conclusion qu'il en tire me paraît contestable. Il me semble, en effet, que le prisme liquide peut être considéré comme formé de deux prismes, l'un de petit angle contenant la fuchsine, et l'autre plus

[1] *Archives*, mars 1871, tome XL, p. 280.

grand contenant l'alcool, et que lorsqu'on le place dans une cuve à alcool, on doit avoir le même résultat qu'en accolant deux prismes en sens contraire d'angles égaux et très-petits, contenant l'un la fuchsine, et l'autre l'alcool. La dispersion produite par un pareil système doit être la différence des dispersions propres aux deux liquides, et elle peut être anomale, quoique chacun des liquides ait une dispersion normale. On peut produire cette dispersion anomale avec deux prismes de verre, ou avec un prisme de verre et un prisme d'eau, quoique les deux substances n'offrent rien de particulier dans leur dispersion. La dispersion sera toujours dans le sens du corps le plus dispersif, et l'expérience de M. Soret prouve seulement que les matières colorantes sont moins dispersives que l'alcool. C'est donc par l'observation directe seulement qu'on pourra s'assurer si leur dispersion est réellement anomale. »

Je reconnais, avec M. Bertin, que dans mon expérience on doit avoir le même résultat qu'en accolant en sens contraire deux prismes égaux et très-petits, contenant l'un la substance à étudier, et l'autre le dissolvant. Dans ces conditions, quand pourra-t-on dire que l'on a un spectre interverti ? c'est lorsque tous les rayons lumineux seront déviés d'un même côté du plan passant par le faisceau incident et parallèle aux arêtes des prismes, et lorsque les rayons rouges ou orangés s'écarteront plus de ce plan que les rayons bleus ou violets. — Pourra-t-on obtenir ce résultat avec deux prismes formés de substances différentes et ne présentant rien d'anomal ? C'est possible dans quelques cas déjà exceptionnels : ainsi il peut se faire que les deux substances aient le même indice de réfraction pour les rayons violets et un pouvoir dispersif différent (huile de cassia et sulfure de carbone). Plus généralement on aura un spectre interverti lorsque le prisme le plus réfringent sera en même temps le moins dispersif (crownglass et essence de térébenthine). Nous verrons tout à l'heure que ce cas est très-limité.

M. Bertin me semble aller trop loin quand il dit que l'on peut produire cette dispersion anomale avec deux prismes de verre, ou un prisme de verre et un prisme d'eau : on n'y arrivera pas si les prismes sont égaux; pour y parvenir il faudrait faire varier l'angle de l'un des prismes, c'est-à-dire sortir complétement du cas supposé. — Il en sera de même avec la plupart des substances, parce que ordinairement la dispersion croît en même temps que la réfringence. J'ai essayé de cette manière plusieurs dissolutions, et j'ai toujours obtenu le spectre direct sauf avec les substances à dispersion anomale [1].

En résumé je reconnais que *théoriquement*, dans le cas où la substance dissoute tout en étant normale serait à la fois plus réfringente et moins dispersive que le dissolvant, on obtiendrait un spectre interverti [2] ; mais *pratiquement*, en se mettant par exemple dans les conditions des expériences que j'ai décrites, il est facile de voir que cette interprétation ne peut pas être admise.

Ainsi en employant un prisme creux de 30°, rempli d'une dissolution alcoolique de fuchsine et placé dans l'alcool, j'ai obtenu un spectre dans lequel les rayons rouges étaient déviés de 15 minutes de plus que les rayons violets. Le sens général de la déviation montrait du reste que la fuchsine est plus réfringente que l'alcool. — En faisant le calcul à l'aide des formules ordinaires des prismes, en partant des valeurs

[1] Je dirai en passant qu'avec l'azotate de didyme, qui, comme on le sait, donne de fortes raies d'absorption, j'ai obtenu le spectre direct, ce qui ne prouve pas cependant qu'il ne puisse y avoir anomalie partielle près des raies d'absorption, anomalie que l'on reconnaîtrait peut-être par la méthode des prismes croisés.

[2] Ce point de vue ne m'avait pas échappé, c'est pour cela que j'avais eu soin de présenter mon expérience comme une *conséquence* plutôt que comme une *démonstration* de fait de la dispersion anomale. Mais peut-être aurais-je dû exposer plus complétement ma manière de voir ; ne m'étant occupé qu'accessoirement de ce sujet, je n'avais pas cru nécessaire de donner beaucoup de développement à ma Note.

connues de l'indice de réfraction de l'alcool pour les rayons rouges et violets, et en supposant que la fuchsine soit normale, on arrive à trouver que pour obtenir cette dispersion finale de 15′, il faudrait que le petit prisme, supposé rempli de fuchsine pure, conformément au raisonnement de M. Bertin, eût en minimum un angle de 17° environ. En d'autres termes, il faudrait que la fuchsine occupât plus de volume que l'alcool dans la dissolution, tandis qu'en réalité elle ne peut en être qu'une très-petite fraction.

Je crois donc que si en opérant comme je l'ai indiqué, on observe un spectre interverti quelque peu étalé, on peut être à peu près certain que la substance en dissolution est anomale. C'est pour cette raison que j'ai cru devoir faire connaître cette méthode, et j'ai vu avec plaisir qu'elle a été utilisée dans certains cas par d'autres que par moi.

E. Villari. Notizie sulla resistenza, etc. Note sur la résistance des gaz comprimés et sur les modifications spectroscopiques que subit l'étincelle qui les traverse. (*Rendiconti del Reale Istituto Lombardo*, ser. II, vol. III, fasc. 14 et 15.)

Ayant été appelé, à l'occasion du nouveau mémoire de M. Wüllner, à revenir sur la question des modifications que les spectres des gaz subissent avec la pression, nous dirons quelques mots ici d'une note publiée il y a plus d'un an par M. Villari sur le même sujet. M. Villari a étudié le spectre de l'hydrogène à des pressions comprises entre 1 et 7 atmosphères avec ou sans bouteille de Leyde, il n'a donc point pu observer les différents spectres décrits par M. Wüllner et qui correspondent à des pressions inférieures, mais ses expériences confirment sur d'autres points les faits signalés par le physicien allemand. Comme lui il a constaté la disparition des raies $H\gamma$ d'abord, $H\beta$ ensuite qui, sous l'action de l'augmentation de pression, font place peu à peu à une large bande

lumineuse, puis l'apparition du spectre continu aux hautes pressions.

Dans la même note, M. Villari aborde aussi la question de la résistance que les gaz plus ou moins comprimés opposent au passage de l'étincelle électrique. Il emploie pour cette étude la même méthode que Faraday [1], en remplaçant seulement la machine électrique par une grosse bobine de Ruhmkorff et les deux systèmes de boules d'inégale grandeur par deux paires de pointes de platine. Mais il obtient des résultats qui ne concordent pas absolument avec ceux de Faraday. Au point de vue de leur résistance croissante, il arrive en effet à ranger les gaz étudiés dans l'ordre suivant : hydrogène, azote, air, oxygène, acide carbonique, tandis que Faraday avait obtenu pour l'azote et pour l'air une résistance plus grande que pour l'oxygène.

L'étude du rôle que joue la nature particulière d'un gaz au point de vue de sa perméabilité par la décharge électrique mérite d'être reprise avec soin, soit dans le cas de la décharge de tension de l'étincelle franchissant un gaz plus ou moins comprimé, soit dans le cas du courant traversant un gaz raréfié. L'ordre des résistances des gaz est en effet tout différent dans ces deux cas [2].

E. Villari. Développement de chaleur dans l'extension du caoutchouc. (*Rendiconti del R. Istit. Lombardo*, série II, vol. II ; *Poggend. Annalen*, tome CXLIV, p. 274.)

Joule a reconnu que tandis que les fils métalliques se refroidissent lorsqu'on les étire et se réchauffent lorsqu'ils se raccourcissent de nouveau, le contraire a lieu pour des fils de caoutchouc vulcanisé, lesquels se réchauffent par l'allongement et se refroidissent par le retrait. M. Villari a vé-

[1] *Traité d'électricité de M. de la Rive*, tome II, p. 97.

[2] Voir *Morren*, *Annales de Chimie*, 1865, 4me série, tome IV, p. 325.

rifié ce résultat en mesurant les variations de température du fil de caoutchouc à l'aide d'une pile thermoélectrique, et il a reconnu en outre que l'élévation de température produite lorsqu'on étire le fil est plus grande que l'abaissement qui se manifeste lorsque ce fil revient à sa forme primitive. Par suite de plusieurs allongements et retraits consécutifs il finit par s'accumuler dans le fil une quantité de chaleur notable.

Cette expérience s'explique par le fait que dans l'acte du retrait comme dans celui de l'extension il y a transformation de force en travail intérieur et en chaleur. Un gaz parfait rend, en se dilatant, la force employée à le comprimer ; il n'en est pas de même du caoutchouc à cause de la résistance que ses molécules éprouvent à se mouvoir. La force employée à allonger ne se retrouve pas en totalité lors du retrait, parce qu'elle est partiellement employée à vaincre cette résistance et à développer de la chaleur. Et en effet l'auteur a constaté que le retrait du caoutchouc n'équivaut jamais à l'allongement, et qu'après avoir été étiré par des poids, il ne revient pas à sa longueur primitive lorsqu'on enlève ces poids.

Les expériences de M. Villari concordent avec celles de M. Warburg [1] qui avait constaté que, lorsqu'on a fait rendre un son à un fil de caoutchouc, ce son s'éteint très-rapidement, et qu'en même temps il se produit dans le fil de caoutchouc une élévation de température notable résultant de la transformation du mouvement vibratoire en travail intérieur et en chaleur. L'effet observé par M. Warburg était plus marqué avec le caoutchouc qu'avec aucun autre corps étudié.

E. Villari. Sur l'élasticité du caoutchouc. (*Nuovo Cimento*, série II, vol. I; *Pogg. Ann.*, tome CXLIII, p. 88 et 290.)

Dans le mémoire dont nous rendons compte ici, M. Villari

[1] Voyez *Archives*, 1869, tome XXXIX, p. 44.

s'est livré à une étude approfondie du coefficient d'élasticité du caoutchouc, se bornant toutefois au cas de l'élasticité de traction. Par coefficient d'élasticité il entend l'allongement que l'unité de longueur d'un fil présentant l'unité de section subit par la traction d'un poids égal à l'unité. C'est l'inverse de ce qu'on nomme ordinairement coefficient d'élasticité, savoir le poids qui agissant sur l'unité de section et de longueur produit un allongement égal à l'unité. On admet que chaque substance a un coefficient d'élasticité propre et constant, M. Villari a trouvé qu'il n'en était point ainsi pour le caoutchouc.

Il a opéré sur un grand nombre de fils de caoutchouc différents, mesurant avec une grande exactitude à l'aide d'un cathétomètre l'allongement produit par des poids croissant graduellement. L'allongement mesuré étant chaque fois rapporté à la longueur totale du fil. Les résultats obtenus sont consignés dans un certain nombre de tableaux.

Ces différentes séries d'expériences lui ont donné des résultats fort concordants et dont il conclut que :

Le caoutchouc, contrairement à ce qui a lieu pour les autres corps connus, *possède trois coefficients d'élasticité différents : un grand qui demeure à peu près constant jusqu'à ce que le fil ait atteint, par l'augmentation graduelle de la charge, le double de sa longueur normale ; puis un coefficient moyen, variable, pendant tout le temps que la longueur du fil passe du double au quadruple de sa valeur primitive ; enfin un petit coefficient qui demeure aussi très-sensiblement constant à partir du moment où cette longueur a quadruplé jusqu'à la rupture.*

Le grand coefficient a été trouvé plus considérable avec les fils à petite section (1^{mm}, 2^{mm}) pour lesquels il était égal à 13 ou 14, qu'avec les fils épais (8^{mm}), avec lesquels il a été trouvé inférieur à 9. Ainsi donc ni la seconde, ni la quatrième loi de l'élasticité de traction ne se vérifieraient ici.

Quant à la question de l'augmentation de volume que le

caoutchouc subit par la traction, M. Villari a cherché à la résoudre en mesurant le volume et la densité du caoutchouc à différents degrés de traction à l'aide de la balance hydrostatique. Ces expériences ont confirmé celles de Wertheim, pour le cas où la longueur du caoutchouc n'était pas arrivée à être doublée par la traction, c'est-à-dire que dans ces limites l'augmentation de volume était égale très-sensiblement au $^1/_3$ de l'allongement par unité de longueur, tandis qu'au delà de cette limite, elle est plus grande et égale à peu près à la moitié de l'allongement, se rapprochant dans ce cas de la loi donnée par Poisson.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Prof. L. Dufour. — Observations sur la vitesse d'accroissement des ongles. (*Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles*, tome XI, n° 67.)

La question de l'accroissement des ongles, traitée assez vaguement dans la plupart des ouvrages d'histologie et d'anatomie, a aussi attiré l'attention des physiologistes et des médecins. Beau, dans un article paru il y a bien des années dans les Archives générales de Médecine, démontra que l'ongle qui, dans l'état de santé se renouvelle en cinq mois environ, peut être modifié dans son évolution par certaines maladies générales. Les pyrexies, les suites de couches produisent surtout ce résultat ; l'ongle ne se développant qu'imparfaitement pendant la durée de la maladie, il en résulte la formation d'un sillon transversal sur cet organe. Ce sillon avance graduellement de la lunule jusqu'à la partie libre de l'ongle et reste comme témoin de la maladie. On comprend que cette trace laissée sur les ongles puisse rendre d'importants services en médecine légale, l'existence de ce sillon pouvant servir en effet à déterminer avec une remarquable précision, la date d'une maladie, ou d'un accouchement datant de quelques mois.

Dans une thèse récente M. Ancel [1] a repris cette question, et étudiant les ongles au point de vue anatomique, physiologique et pathologique, il a fait de leur développement et de leurs diverses altérations dans les maladies une étude consciencieuse et détaillée. M. Ancel admet que les ongles des mains croissent de un millimètre par semaine et se renouvellent en cinq mois. L'accroissement des ongles des orteils serait quatre fois plus lent, en sorte que l'ongle du gros orteil, long d'environ 24 millimètres, se renouvellerait en deux ans.

Ces travaux que nous citons ici, puisqu'ils n'étaient pas connus de M. Dufour, n'ôtent rien au mérite des observations soignées et exactes que cet auteur a faites pendant douze années consécutives, sur le mode d'accroissement des ongles de ses mains. Ces observations, exécutées sans parti pris et avec toute l'exactitude du physicien, offrent un réel intérêt relativement à la question de l'accroissement des ongles.

Comme point de repère, M. Dufour s'est servi de taches faites sur la surface de l'ongle au moyen d'une solution de nitrate d'argent. Mesurant alors tous les dix jours la distance qui séparait la tache de la base de l'ongle ; jusqu'au moment où la tache arrivait à l'extrémité de l'ongle, il a pu se rendre compte de la rapidité d'accroissement des ongles des divers doigts et du temps nécessaire au renouvellement complet de ces organes.

M. Dufour a été plus loin, en partageant l'ongle en quatre parties au moyen de plusieurs taches, il a cherché si les divers segments de l'ongle se développaient avec la même rapidité.

Ces recherches nombreuses ont été rassemblées dans plusieurs tableaux qui ont permis à l'auteur d'établir des moyennes. Ses principaux résultats sont les suivants :

La vitesse d'accroissement de l'ongle des petits doigts est plus faible que celle des ongles des autres doigts et des

[1] *Ancel*, Des ongles au point de vue anatomique, physiologique et pathologique. Paris, 1868.

pouces. La différence est d'environ $^1/_9$. Cette particularité n'avait pas été signalée par M. Ancel.

Le chiffre de 0,991 comme moyenne générale (à l'exception des petits doigts) permet de dire en nombre rond et avec beaucoup d'approximation, que l'ongle s'accroît de 1 millimètre en dix jours.

Le renouvellement complet de l'ongle se fait :

pour les petits doigts en	121	jours.
pour les pouces en moyenne en	138	»
pour les autres doigts en moyenne en	124	»

La vitesse d'accroissement des ongles est en moyenne la même pour les deux mains.

La vitesse d'accroissement n'est pas constante sur toute la longueur de l'ongle, cette vitesse est un peu plus considérable dans les parties voisines de la base.

C'est dans le second quart que l'accroissement paraît le plus rapide, ce qui entraîne M. Dufour dans des déductions mathématiques où nous ne le suivrons pas, et qui l'amènent à conclure : « *que la substance de l'ongle avance également dans toute sa longueur, les divers points suivant de trajectoires sensiblement parallèles, à peu près comme une lame demi-rigide qui serait poussée tout d'une pièce. Mais cette lame, en avançant, subit probablement*[1] *pendant une partie de son trajet un faible travail de compression ou d'épaississement.* »

La saison n'a pas d'influence notable sur l'accroissement de l'ongle.

Des observations faites sur deux enfants engagent M. Dufour à admettre que l'accroissement de l'ongle est moins rapide que chez l'adulte.

[1] Ce que M. Dufour admet comme une probabilité découle tout naturellement du mode d'accroissement de l'ongle ; l'ongle s'accroît en effet en longueur, grâce aux couches cornées formées à la base de sa lunule, et en épaisseur, grâce aux couches sécrétées sur toute la partie adhérente de l'ongle, et surajoutées aux précédentes : de là la plus grande épaisseur des parties les plus rapprochées du bord libre. Dr P.

Il est regrettable que M Dufour n'ait pas fait des observations sur les ongles des orteils qui puissent être comparées à celles de M. Ancel. Dr P.

Prof. E. Cyon. Ueber eine paradoxe..... Sur l'action paradoxale d'un nerf sensible. (*Bulletin de l'Acad. Impér. des Sciences de Saint-Petersbourg*, tome XVI; lu le 23 février 1871.)

MM. Philipeaux et Vulpian ont découvert il y a déjà plusieurs années [1] que le nerf lingual (nerf sensible) est susceptible d'acquérir une excitabilité motrice, qu'il ne possède point à l'état normal.

En effet, ces expérimentateurs, après avoir sectionné le nerf hypoglosse (nerf moteur) d'un chien et avoir arraché son bout central, furent très-étonnés, en excitant quelque temps après le nerf lingual du même côté, de provoquer des mouvements dans la langue.

Étudiant alors plus à fond cette question, MM. Philipeaux et Vulpian démontrèrent que cette propriété singulière du lingual de devenir excitomoteur, de purement sensitif qu'il était, se développe au bout de vingt jours, subsiste dès lors et peut se reconnaître plusieurs années après l'opération.

M. le professeur Cyon a répété les expériences de MM. Philipeaux et Vulpian, en cherchant à se mettre à l'abri de diverses causes d'erreur, telles que la transmission d'un courant électrique ou d'une excitation à un nerf voisin, etc. Il est arrivé à confirmer en tous points les curieuses observations de MM. Philipeaux et Vulpian et conclut que « chez un chien dont l'hypoglosse est extirpé, on peut, quand 20 à 30 jours se sont écoulés depuis cette opération, produire, en excitant le lingual du même côté, des contractions dans les muscles de la langue, paralysés par la section de l'hypoglosse. »

[1] *Académie des Sciences*, 1863.

M. Cyon a cherché si ce phénomène pouvait s'observer sur d'autres nerfs : il a en particulier sectionné le nerf facial (moteur) et plusieurs racines antérieures (motrices) du plexus brachial : en interrogeant plusieurs semaines après, soit le trijumeau (nerf sensible) dans le premier cas, soit les racines postérieures (sensibles) du plexus brachial, dans le second, il a cherché à déterminer des mouvements des muscles auxquels se rendent ces nerfs. Ces tentatives sont restées jusqu'à présent sans résultat, et le singulier phénomène de contraction provoquée par l'excitation artificielle d'un nerf sensible dans des muscles dont les nerfs moteurs sont détruits, doit être jusqu'à présent limité au nerf lingual. J'ajouterai qu'il ne s'agit là que d'une contraction provoquée par excitation artificielle du nerf : car aucun des observateurs précités n'a voulu parler d'un rétablissement des fonctions motrices volontaires de la langue après la destruction du nerf hypoglosse. D^r P.

Dr Pietro Pavesi. La circulation du sang chez le Pyrosoma, étudiée chez les embryons principalement. (*Rendic. della R. Accad. delle Sc. Fis. e Matematiche*, 3 Feb. 1872 [1].)

(Traduction d'un résumé fait par l'auteur, pour la Société des naturalistes et des médecins de Naples.)

Dans un mémoire accompagné d'une planche et présenté

[1] *Intorno alla Circolazione del sangue nel Pyrosoma studiata specialmente negli Embrioni;* Nota del Dottor Pietro Pavesi, coadjutore di Anatomia comparata nella Regia Universita di Napoli (Rendiconti della R. Academia delle Scienze Fisiche e Matematiche, Ann. XI, fasc. 2, adun. del di 3 Feb. 1872).

En même temps que la notice du Dr Pavesi sur le *Pyrosoma*, je reçois un mémoire du professeur Panceri sur les Organes et la lumière du même animal (*Gli organi luminosi e la luce dei Pyrosomi*, Rendic. della R. Acad. marzo 1872). Les nouvelles recherches de ce dernier auteur complètent, jusqu'à un certain point, les observations dont j'ai rendu compte dans le numéro de février 1872 des *Archives*.

V. Fatio.

à l'Académie des sciences physiques et mathématiques de Naples, j'ai exposé des faits nouveaux et intéressants, sur la circulation du sang chez le *Pyrosoma* (*P. giganteum*, Sav.).

J'ai rappelé d'abord que MM. Milne-Edwards, Huxley, Keferstein et Ehlers, et Kowalewsky avaient constaté, chez les *Ascidies* de la colonie du Pyrosoma, une circulation alternante mise en mouvement par un cœur disposé au bout de l'endostyle et s'accomplissant principalement, entre les deux tuniques de l'animal, dans un grand sinus où plongent les organes. J'ai montré, ensuite, comment l'on avait déjà reconnu la présence d'un cœur chez la *nourrice* qui naît de l'œuf et qui donne naissance, par bourgeonnement, aux quatre *embryons* jumeaux, dits *composés*, qui sont reliés entre eux, ainsi qu'à la nourrice, au moyen d'un cordon. Enfin, l'on sait également que les embryons qui se développent sur un pédoncule ou tube gemmifère des Ascidies adultes, sont en relation vasculaire avec ces dernières.

Toutes les observations que j'expose sommairement, à la suite de ces premières données, sont dues à mes recherches. Ainsi : le cœur de la nourrice, situé dans une vaste lacune périphérique, entre les couches externes et internes, soit dans la couche moyenne ou vasculaire, affecte la forme d'un tube allongé, comme celui des Ascidies adultes, présente une grande transparence et est enveloppé d'une sorte de péricarde. Les embryons, à peine ébauchés sur la nourrice, en forme de ruban, ont déjà une anse vasculaire sur les côtés de l'endostyle. Le cordon qui unit les quatre embryons entre eux ainsi qu'à la nourrice, est composé de deux vaisseaux contigus et parallèles, dont l'un communique avec le cœur de la nourrice, tandis que l'autre va s'ouvrir dans le sinus périphérique de cette dernière. Le premier de ces vaisseaux pénètre d'abord dans l'embryon le plus proche, au-dessous du ganglion, en traversant la surface externe et restant dans la couche moyenne; puis, il se dirige vers la bouche qu'il contourne par la gauche, passe au-dessus de

l'endostyle, descend avec celui-ci et se replie, enfin, contre la surface primitive, pour ressortir de l'embryon où il était entré et former ainsi le second des vaisseaux du cordon. Toutefois, arrivé au bout de l'endostyle, le canal se divise en deux branches, dont l'une n'est autre que celle signalée ci-dessus, et dont l'autre se rend au second embryon ou au frère le plus voisin, pour s'y comporter de la même manière que nous venons de décrire; le vaisseau afférent forme toujours, avec l'efférent, le cordon destiné à réunir les jumeaux. Les choses se passent de même dans les troisième et quatrième embryons; si ce n'est qu'il ne naît naturellement aucun vaisseau du bout de l'endostyle du dernier.

C'est ainsi qu'en se développant, la même anse vasculaire primitive forme un système commun ou social de vaisseaux en relation directe avec le cœur de la nourrice. Les quatre embryons jumeaux ne sont donc pas seulement attachés matériellement les uns aux autres, comme on le croyait jusqu'ici, mais ils sont aussi unis vasculairement, et c'est la nourrice qui est chargée de l'alimentation générale. Plus tard, un cœur se développant dans chaque embryon, le système vasculaire s'atrophie et les jumeaux se délient les uns des autres, quoique demeurant cependant ensemble, pour fonder une nouvelle colonie de Pyrosoma. L'appareil circulatoire de chaque embryon se modifie alors et finit par ressembler à celui des Ascidies adultes ; remarquons, en particulier, que les canaux des branchies, qui deviennent transverses chez ces dernières, étaient d'abord disposés longitudinalement chez les embryons.

La circulation se fait, comme suit : le cœur de la nourrice bat et pousse le sang dans l'embryon le plus voisin, au moyen du vaisseau par lequel il communique directement avec lui. Le sang qui a circulé dans l'intérieur de ce premier jumeau, retourne, en partie, à la nourrice par l'autre vaisseau du cordon; tandis qu'une forte portion du fluide nourricier, poussé par un courant progressif, va passer dans les

second, troisième et quatrième embryons, d'où il est ramené par un courant contraire ou rétrograde jusqu'à la nourrice. La circulation, dans le sinus périphérique de cette dernière, s'opère sous l'influence des battements du cœur.

Après avoir fourni un certain nombre de pulsations dans une direction, les contractions du cœur s'arrêtent, tout mouvement est suspendu, puis cet organe reprend son activité, mais en sens contraire; il se contracte là où il se distendait d'abord, et aspire maintenant le sang des canaux qu'il injectait auparavant. Les vaisseaux qui servaient d'artères, ont pris le rôle des veines, et le sang, qui a circulé dans le sinus périphérique, sort par la partie opposée pour aller aux embryons. De cette manière le cœur est traversé par des courants alternativement artériels ou veineux.

Tant que le cœur de la nourrice existe en même temps que les cœurs des embryons, les mouvements de ces derniers sont synchrônes entre eux, mais non avec celui de la première. La nourrice une fois disparue, ou, pour mieux dire, absorbée par les embryons auxquels elle a donné tous les éléments nutritifs, la circulation se modifie et s'opère chez ceux-ci comme chez les Ascidies adultes. Le cœur fait cheminer le sang dans le sinus général et le force à passer par les canaux branchiaux.

Le cœur de la nourrice présente le phénomène d'alternance, tous les 37, 39, 40 ou 50 battements. L'observation des cœurs des embryons m'a donné les chiffres suivants : 74 battements dans un sens, puis 33 dans l'autre; après cela, 133, 68, 139, 48, 28, 65, 35, 27, etc. J'ajouterai ici, comme donnée nouvelle sur la circulation des Ascidies adultes, que les battements comptés par moi, chez celles-ci, furent, une fois, au nombre de 34 du côté du cloaque et de 20 du côté de la bouche, puis de 36, 12, 34, 13, etc.; une autre fois. j'en trouvai 36, 20, 28, etc. Les battements complets sont toujours séparés par des pauses de durée variable et commencés ou terminés par des oscillations indécises.

Quant aux embryons nés par bourgeonnement de l'Ascidie adulte, j'ai reconnu, quoique jusqu'ici d'une manière incomplète il est vrai, qu'ils ont un vaisseau semblable à celui des embryons composés.

Les globules du sang sont assez nombreux, arrondis, et de 7 micromillimètres environ. La tunique externe des vaisseaux des embryons est composée d'une couche de fibro-cellules musculaires, avec des nucléus bien évidents.

Je crois pouvoir formuler ici les conclusions suivantes, sur la circulation du Pyrosoma :

1° La circulation du Pyrosoma est alternante, soit dans les Ascidies, soit dans les embryons et chez la nourrice.

2° La circulation est lacunaire et indépendante chez les Ascidies ; tandis qu'elle est vasculaire et commune au système, chez les embryons.

3° Le cœur de la nourrice temporaire sert à la circulation des embryons composés ; cette circulation s'accomplit au moyen d'un double cordon dérivant du développement d'une anse vasculaire, dont le cercle est fermé, d'un côté dans la nourrice, de l'autre dans le dernier des embryons.

4° Le cœur de la nourrice est remplacé par les cœurs des embryons qui existent en même temps que lui, durant les dernières périodes du développement, mais qui en sont cependant indépendants.

5° La circulation des embryons nés par bourgeonnement de l'Ascidie, s'opère comme celle des embryons composés et dépend de l'Ascidie mère.

6° Un système circulatoire lacunaire s'établit peu à peu, pendant que le système vasculaire va petit à petit s'atrophiant.

7° Les battements des cœurs sont de durées variables.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1872.

Le 6, forte rosée le matin.
11, rosée le matin.
12, 13, 14, forte rosée le matin.
16, 17, rosée le matin.
21, forte rosée le matin.
23, à 5 h. 35 m. du matin, deux coups de tonnerre suivis d'une averse de grêle.
25, forte rosée le matin ; à 6 h. du soir tonnerres au SO.
26, 27, forte rosée le matin.
30, bise dans la matinée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 8 à 10 h. matin	735,30	Le 2 à 2 h. après m........	717,68
10 à 6 h. matin	731,30	9 à 2 h. après m.........	728,12
19 à 8 h. soir	719,72	18 à 6 h. matin	717,94
26 à 8 h. matin	729,64	21 à 6 h. matin	709,85
29 à 2 h. après m.........	730,68	27 à 6 h. soir.............	722,12
		30 à midi	727,17

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim.	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	0
1	722,92	— 1,48	+ 9,30	+ 2,54	+ 2,6	+14,4	5,97	+0,81	695	— 28	460	920	1,0	1	SO. 1	0,88	6,7	— 0,6	119
2	718,96	— 5,44	+ 8,74	+ 1,84	+ 6,7	+14,6	6,16	+0,95	753	+ 31	530	930	6,4	7	SO. 1	0,71	6,4	— 1,0	119
3	720,38	— 4,02	+ 7,26	+ 0,23	+ 4,7	+12,2	3,91	—1,35	566	—155	300	750	...	...	SO. 1	0,37	6,6	— 0,9	115
4	720,86	— 3,54	+ 6,43	— 0,74	+ 2,1	+11,1	4,95	—0,36	701	— 20	430	910	2,0	4	N. 1	0,98	6,6	— 0,9	110
5	723,30	— 1,11	+ 4,40	— 2,90	+ 3,0	+ 7,9	5,80	+0,45	934	+214	790	970	7,7	9	SO. 1	0,94	6,5	— 1,1	110
6	726,92	+ 2,51	+ 8,42	+ 0,98	+ 3,2	+10,8	6,78	+1,38	812	+ 93	720	800	...	...	N. 1	0,97	6,5	— 1,2	110
7	731,19	+ 6,78	+ 8,87	+ 1,30	+ 7,8	+13,5	6,76	+1,31	813	+ 95	630	899	...	...	N. 1	0,77	—	—	110
8	734,15	+ 9,74	+ 9,17	+ 1,46	+ 3,1	+15,0	6,56	+1,06	754	+ 36	570	950	...	...	SO. 1	0,76	7,4	— 0,5	110
9	728,91	+ 4,49	+ 8,15	+ 0,30	+ 7,0	+12,5	5,45	—0,10	702	— 15	450	960	4,2	7	N. 1	0,88	7,3	— 0,6	110
10	730,50	+ 6,08	+ 6,73	— 1,26	+ 4,4	+ 9,8	4,66	—0,94	649	— 67	540	700	...	...	NNE. 2	0,19	7,7	— 0,3	110
11	729,76	+ 5,34	+ 7,89	— 0,21	+ 3,0	+13,8	5,44	—0,21	696	— 19	490	860	...	...	N. 1	0,09	7,4	— 0,7	110
12	729,14	+ 4,72	+ 8,63	+ 0,36	+ 2,3	+12,8	6,23	+0,54	742	+ 28	590	950	...	..	N. 1	0,00	7,7	— 0,5	110
13	729,58	+ 5,16	+11,89	+ 3,48	+ 4,4	+19,2	5,86	+0,12	584	—130	390	860	...	...	N. 1	0,00	9,5	+ 1,2	111
14	728,02	+ 3,59	+13,45	+ 4,90	+ 5,7	+21,0	6,51	+0,72	586	—127	340	920	...	...	N. 1	0,17	—	—	111
15	727,55	+ 3,12	+12,80	+ 4,11	+ 6,0	+19,4	5,07	—0,77	494	—218	270	800	...	...	N. 1	0,06	10,4	+ 2,0	112
16	725,00	+ 0,55	+13,42	+ 4,60	+ 5,0	+21,8	5,96	+0,06	567	—145	260	870	..	...	N. 1	0,07	10,7	+ 2,2	112
17	719,77	— 4,70	+12,12	+ 3,16	+ 5,0	+17,9	4,89	—1,08	515	—197	250	870	...	...	SSO. 1	0,19	10,9	+ 2,3	112
18	718,65	— 5,84	+ 7,84	— 1,26	+ 6,8	+11,0	4,62	—1,41	626	— 86	460	730	...	...	N. 1	0,98	9,7	+ 1,0	112
19	719,30	— 5,20	+ 6,35	— 2,89	+ 5,6	+ 9,8	5,97	—0,13	852	+140	610	960	4,3	8	variable	0,99	9,6	+ 0,8	112
20	713,42	—11,10	+ 7,86	— 1,52	+ 5,7	+11,0	7,01	+0,85	884	+172	770	890	3,7	6	N. 1	1,00	9,5	+ 0,6	112
21	710,44	—14,10	+10,89	+ 1,36	+ 6,8	+15,5	5,72	—0,51	617	— 95	420	970	...	...	S. 1	0,48	—	—	112
22	713,03	—11,53	+11,47	+ 1,80	+ 6,2	+18,6	5,72	—0,57	608	—104	330	840	..	...	variable	0,91	9,4	+ 0,3	111
23	718,36	— 6,22	+ 5,07	— 4,74	+ 3,2	+ 8,0	6,70	+0,34	967	+255	920	1000	38,3	17	variable	1,00	9,2	0,0	112
24	723,39	— 1,21	+ 8,33	— 1,62	+ 4,9	+14,9	6,48	+0,06	806	+ 94	500	950	12,9	10	variable	0,48	8,9	— 0,4	115
25	725,63	+ 1,01	+ 8,57	— 1,52	+ 5,1	+ 3,7	6,75	+0,26	816	+104	580	940	6,6	3	NE. 1	0,66	9,1	— 0,3	115
26	728,27	+ 3,63	+ 9,89	— 0,35	+ 2,3	+17,0	5,97	—0,58	685	— 27	330	980	...	...	N. 1	0,49	9,5	0,0	115
27	723,64	— 1,01	+12,80	+ 2,42	+ 7,9	+18,3	7,27	+0,65	672	— 40	470	920	...	...	variable	0,81	9,5	0,0	116
28	726,18	+ 1,51	+13,62	+ 3,10	+10,4	+19,0	8,21	+1,53	727	+ 15	460	890	0,9	1	variable	0,91	—	—	116
29	730,29	+ 5,60	+11,75	+ 1,09	+11,1	+14,0	8,75	+2,00	871	+159	730	890	0,4	1	variable	1,00	9,7	0,0	—
30	727,59	+ 2,88	+13,13	+ 2,32	+10,0	+16,2	8,75	+1,94	785	+ 73	650	850	...		N. 1	0,76	11,0	+ 1,2	117

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1872.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725,85	726,01	726,13	725,69	725,39	725,36	725,76	726,24	726,46
2e »	724,93	724,86	724,61	724,04	723,39	723,04	722,82	723,20	723,27
3e »	722,66	722,84	722,95	722,68	722,51	722,25	722,43	723,14	723,69
Mois	724,48	724,57	724,56	724,14	723,76	723,55	723,67	724,19	724,47

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 5,55	+ 7,08	+ 9,18	+10,07	+10,94	+10,33	+ 9,18	+ 8,16	+ 7,16
2e »	+ 5,78	+ 9,03	+11,71	+12,84	+14,01	+14,27	+13,22	+11,49	+ 9,58
3e »	+ 7,69	+ 9,37	+11,54	+12,53	+13,70	+14,16	+13,06	+11,52	+ 9,87
Mois	+ 6,34	+ 8,49	+10,81	+11,28	+12,88	+12,92	+11,82	+10,39	+ 8,87

Tension de la vapeur.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	5,78	5,94	5,65	5,62	5,52	5,49	5,68	5,61	6,02
2e »	5,86	5,74	5,63	5,41	5,57	5,62	5,76	5,95	6,27
3e »	7,03	7,32	7,08	6,86	6,69	6,58	7,03	7,35	7,34
Mois	6,22	6,33	6,12	5,97	5,93	5,89	6,16	6,30	6,54

Fraction de saturation en millièmes.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade	840	779	653	619	569	594	659	692	789
2e »	848	673	559	508	496	488	535	606	710
3e »	889	830	708	646	592	568	638	726	810
Mois	859	761	640	591	552	550	611	675	769

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 4,46	+12,18	0,74	6,86	21,3	112,3
2e »	+ 4,95	+15,77	0,36	9,49	8,0	111,4
3e »	+ 6,79	+15,52	0,75	9,54	59,1	114,3
Mois	+ 5,40	+14,49	0,62	8,59	88,4	112,6

Dans ce mois, l'air a été calme 3,07 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,31 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est O. 56°,3 N., et son intensité est égale à 32,49 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AVRIL 1872.

Le 2, brouillard tout le jour ; neige.
3, brouillard le matin, puis clair.
4, brouillard tout le jour.
5, brouillard tout le jour ; neige.
6, brouillard le soir.
7, brouillard tout le jour.
8, brouillard le soir.
9, 10, brouillard tout le jour.
19, 20, 21, brouillard tout le jour ; neige par moments.
22, brouillard tout le jour.
23, brouillard tout le jour ; neige.
24, brouillard le matin.
25, brouillard presque tout le jour.
28, brouillard le matin.
29, brouillard tout le jour.
30, brouillard le soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 8 h. matin	560,71	Le 3 à 6 h. soir	555,49
8 à 8 et 10 h.	569,14	9 à 2 h. après m.	559,24
13 à 2 h. après m.	568,36	18 à 6 h. matin	554,74
19 à 8 h. soir	558,04	21 à 8 h. matin	550,34
26 à 10 h. soir	565,94	28 à 8 h. matin	563,78
29 à 10 h. soir	567,00	30 à 6 h. matin	565,66

SAINT-BERNARD. — AVRIL 1872.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.				
1	559,85	— 0,50	558,94	560,71	— 2,10	+ 3,38	— 6,8	+ 3,0	.....	.....	....	NE.	1	0,40
2	556,84	— 3,56	556,52	557,52	— 3,90	+ 1,46	— 6,4	+ 0,4	..20.	.7,5.	....	SO.	1	0,92
3	555,77	— 4,69	555,49	556,23	— 6,79	— 1,55	—10,4	— 3,1	.....	.....	....	NE.	1	0,22
4	557,54	— 2,98	555,64	558,95	— 4,86	+ 0,26	— 8,2	— 2,0	.....	.....	....	SO.	1	0,84
5	559,40	— 1,18	557,58	561,94	— 4,27	+ 0,72	— 5,3	— 2,0	.160.	16,9.	.. .	SO.	1	0,97
6	563,26	+ 2,62	562,19	563,93	— 1,41	+ 3,45	— 4,5	+ 3,4	..20.	.2,2.	....	NE.	1	0,93
7	566,45	+ 5,74	564,08	568,49	— 1,12	+ 3,62	— 4,0	+ 4,4	.....	.....	....	NE.	1	0,81
8	568,47	+ 7,69	567,50	569,14	— 1,57	+ 3,04	— 5,0	+ 2,0	.....	.....	....	NE.	1	0,49
9	560,78	— 0,07	559,24	562,63	— 7,89	— 3,41	—10,8	— 3,6	.....	.....	....	NE.	3	1,00
10	563,54	+ 2,62	562,45	564,85	— 7,85	— 3,50	—11,2	— 3,7	.....	.....	....	NE.	2	0,84
11	566,00	+ 5,01	564,59	567,10	— 1,27	+ 2,95	— 7,0	+ 3,2	.....	.....	....	NE.	0	0,01
12	567,33	+ 6,27	566,61	567,79	— 0,83	+ 3,26	— 5,0	+ 4,0	.....	.....	....	SO.	1	0,03
13	568,12	+ 6,98	567,54	568,36	— 2,20	+ 6,16	— 0,5	+ 6,0	.....	.....	....	NE.	1	0,00
14	567,12	+ 5,90	566,89	567,54	+ 2,08	+ 5,91	— 0,8	+ 5,0	.....	.....	....	NE.	1	0,10
15	566,40	+ 5,10	566,17	566 69	+ 2,60	+ 6,29	+ 0,3	+ 6,4	.....	.....	....	NE.	1	0,04
16	563,44	+ 2,06	562,20	564,48	+ 0,42	+ 3,97	— 3,0	+ 3,4	.....	.....	....	NE.	1	0,10
17	557,91	— 3,55	556,44	559,61	— 0,33	+ 3,08	— 3,0	+ 2,6	.....	.....	....	NE.	1	0,20
18	555,11	— 6,43	554,74	555,64	— 1,32	+ 1,95	— 4,4	+ 1,6	.....	.....	....	SO.	1	0,61
19	556,66	— 4,96	555,44	558,04	— 2,37	+ 0,76	— 3,0	— 1,2	.110.	26,8.	....	SO.	1	1,00
20	553,90	— 7,81	552,29	555,95	— 2,64	+ 0,35	— 2,7	— 1,0	.105.	23,8.	....	SO.	2	0,96
21	551.42	—10,38	550,34	552,79	— 4,17	— 1,32	— 5,6	— 2,0	..50.	.6,9.	....	SO.	2	0,88
22	555,04	— 6,85	554,22	555,53	— 4,99	— 2,28	— 6,0	— 3,5	.....	.....	....	SO.	3	1,00
23	557,03	— 4,95	555,92	557,47	— 3,27	— 0,70	— 4,4	— 1,6	.100.	17,6.	....	SO.	2	1,00
24	560,19	— 1,88	558,03	562,24	— 2,92	— 0,49	— 3,6	— 1,0	..55.	.1,5.	....	SO.	1	0,49
25	562,33	+ 0,17	561,75	563,66	— 3,01	— 0,72	— 4,5	0,0	..40.	12,0.	....	NE.	1	0,88
26	565,69	+ 3,44	565,39	565,94	— 1,05	+ 1,09	— 6,4	+ 1,8	.....	.....	....	SO.	1	0,23
27	564,32	+ 1,98	563,79	564,84	— 0,11	+ 1,88	— 2,8	+ 2,5	.....	.....	....	SO.	1	0,86
28	564,68	+ 2,25	563,78	565,94	+ 0,95	+ 2,80	— 2,0	+ 3,8	.....	.....	....	SO.	1	0,40
29	566,66	+ 4,14	566,46	567,00	+ 2,64	+ 4,35	— 0,4	+ 7,2	.....	.....	....	SO.	1	0,97
30	566,04	+ 3,42	565,56	566,52	+ 3,05	+ 4,62	0,0	+ 6,6	.....	.....	....	NE.	1	0,81

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	560,63	560,95	561,00	561,07	561,02	561,07	561,32	561,63	562,05
2e «	562,25	562,22	562,35	562,26	562,28	562,15	562,11	562,15	562,05
3e «	560,64	560,83	561,09	561,24	561,42	561,43	561,50	561,85	562,10
Mois	561,17	561,33	561,48	561,52	561,57	561,55	561,64	561,88	562,07
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 6,32	— 4,44	— 2,03	— 1,71	— 1,46	— 1,50	— 3,60	— 5,06	— 5,30
2e «	— 2,26	+ 0,04	+ 0,69	+ 1,84	+ 2,24	+ 2,55	+ 1,49	— 0,55	— 1,18
3e «	— 3,19	— 1,25	+ 0,15	+ 0,86	+ 1,13	+ 0,54	— 0,53	— 1,33	— 1,82
Mois	— 3,92	— 1,88	— 0,39	+ 0,33	+ 0,64	+ 0,53	— 0,88	— 2,31	— 2,77

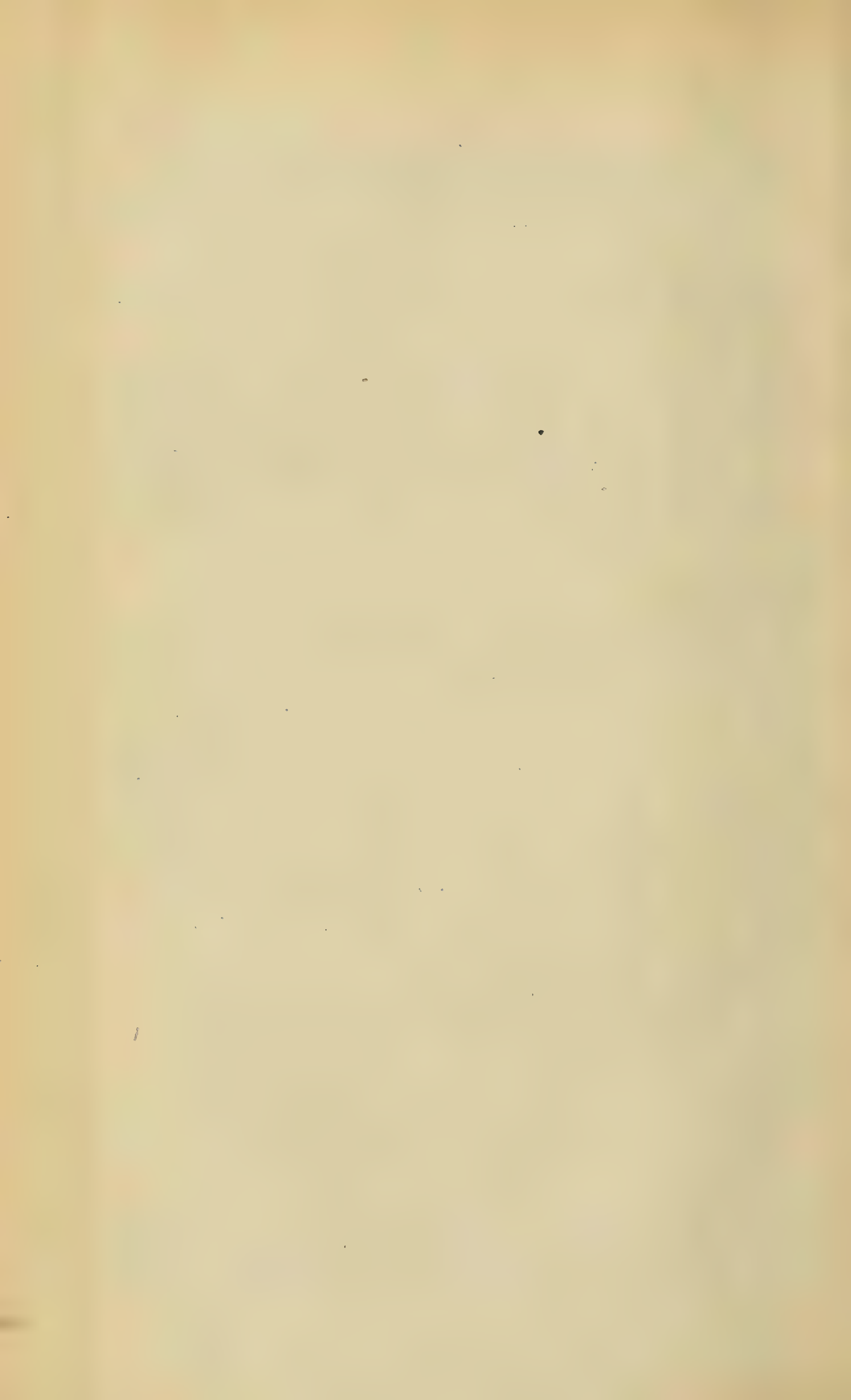
	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 7,26	— 0,12	0,74	26,6	200
2e «	— 2,91	+ 3,00	0,31	50,6	215
3e «	— 3,49	+ 1,38	0,75	38,0	195
Mois	— 4,55	+ 1,42	0,60	115,2	610

Dans ce mois, l'air a été calme 15,56 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,14 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 7,41 sur 100.

* Voir la note du tableau.



Arc

e E

J''' J

J'' J

J' L

t. T

c. C

e. N

g. C

h. E

na. N

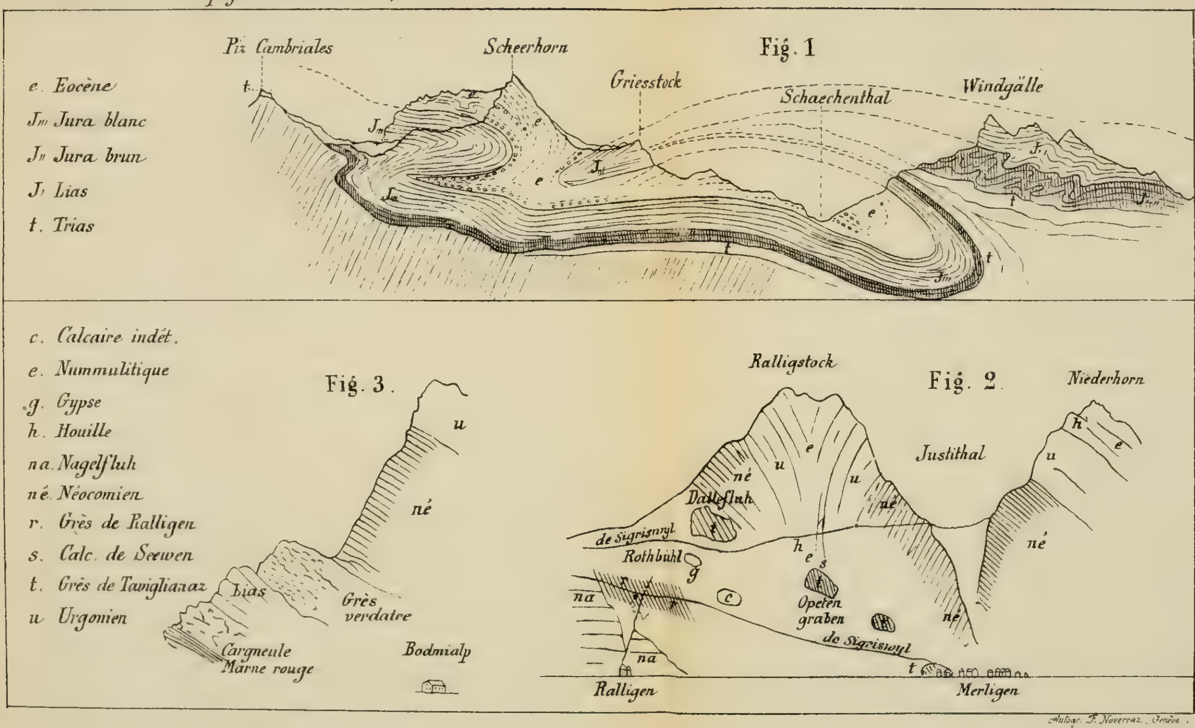
né. N

r. C

s. C

t. C

u. U


Fig. 1
Piz Cambriales
Scheerhorn
Griesstock
Schaechenthal
Windgälle
e. Eocène
J/// Jura blanc
J// Jura brun
J/ Lias
t. Trias
Fig. 2
Ralligstock
Niederhorn
Justithal
Dallefluh
de Sigriswyl
Rothbühl
Opeten graben
Ralligen
Merligen
Fig. 3
Lias
Grès verdatre
Cargneule
Marne rouge
Bodmialp
c. Calcaire indét.
e. Nummulitique
g. Gypse
h. Houille
na. Nagelfluh
né. Néocomien
r. Grès de Ralligen
s. Calc. de Seewen
t. Grès de Taviglianaz
u. Urgonien
Autogr. J. Noverraz, Genève.

TENTATIVE D'EXPÉRIENCES

SUR

LA QUESTION DES MODIFICATIONS

DANS

LES ESPÈCES VÉGÉTALES

A LA SUITE D'UN EFFET PROLONGÉ DU CLIMAT

PAR

M. ALPH. DE CANDOLLE

On connaît la prétention assez ordinaire des éleveurs et des cultivateurs d'obtenir, à la suite de plusieurs générations soumises à certaines influences, des individus *acclimatés,* en d'autres termes, adaptés mieux que leurs ancêtres, aux circonstances extérieures. Du Petit-Thouars avait qualifié cette opinion de « douce chimère. » L'étude des limites géographiques et de la distribution des espèces dans l'habitation de chaque genre m'avait conduit, en 1855, à considérer les modifications déterminées par le climat comme extrêmement rares et de peu d'importance, à moins qu'il ne s'agisse d'espèces cultivées. Assurément lorsqu'on sème des graines prises sur les pieds les plus précoces, ou les plus productifs, ou sur ceux qui ont le mieux résisté au froid, on obtient, au bout de quelques triages successifs, des races plus précoces, ou plus productives, ou résistant mieux aux basses températures, que la race primitive ; mais dans le cours naturel des choses le triage et l'isolement des individus spéciaux doivent être

rares, difficiles et contrariés par des obstacles sérieux, tels que la promiscuité de la fécondation et le retour par atavisme à des formes moyennes et anciennes.

Lorsque j'énonçais ces idées [1], avant l'apparition du premier ouvrage de M. Darwin, je n'avais pu citer qu'un seul exemple à l'appui de modifications physiologiques dans la nature des espèces, indépendamment de toute action de l'homme. Le Dr Hooker [2] avait parlé de pins et de rhododendrons de l'Himalaya provenant de graines recueillies à 10,000 pieds d'élévation, qui avaient supporté mieux le climat de l'Angleterre que les individus provenant de graines recueillies dans des localités moins élevées. Depuis cette époque, M. Darwin a insisté beaucoup sur les modifications probables des espèces dans le cours naturel des choses et sur la sélection qui doit en découler nécessairement une fois les modifications produites. Malheureusement on ne peut encore raisonner sur les espèces spontanées que par analogie avec les espèces cultivées, ce qui n'est pas suffisant. Les faits de distribution géographique sont contraires à l'idée de modifications par un effet des climats, excepté pour certaines espèces très-voisines distribuées chacune dans une île d'un même archipel, mais ceci est un cas assez rare.

Voici un autre indice de modifications. Les espèces de pays intertropicaux ne supportent jamais les climats froids. On dirait que leur nature intime, physiologique, s'est modifiée dans le sens favorable aux conditions du climat, à la suite de plusieurs milliers d'années d'influences semblables. Un autre argument non moins indirect, et

[1] Géographie botanique raisonnée, p. 1078 et suivantes.

[2] New Zealand flora, introduction, p. XII.

probablement mal fondé, semble résulter de ce que la même somme de température ne produit pas sur la même espèce les mêmes effets en automne et au printemps, ni dans un pays chaud et dans un pays froid, par exemple à Madère et en Europe [1]. M. Linsser [2], ayant calculé exactement les sommes de température qui amènent la foliaison et la floraison de plusieurs espèces européennes dans des localités différentes, est arrivé à la même conclusion. Les époques sont plus hâtives dans le nord, comme si chaque espèce y recevait une impulsion plus énergique de la même température. L'auteur, il est vrai, n'a fait ses calculs que sur des espèces vivaces ou ligneuses. Or, on peut attribuer la diversité observée à l'état particulier des sucs dans l'intérieur des tissus végétaux après une interruption, soit complète, soit incomplète du mouvement de la végétation. Chaque plante vivace ou ligneuse a besoin, en effet, d'une élaboration et d'une distribution intérieure des matériaux, pour que la température détermine l'éclosion des bourgeons. Dans le nord le repos des organes extérieurs étant absolu pendant un long hiver, le travail interne se fait mieux. Il arrive dans ce cas ce qu'on voit dans nos pays tempérés, lorsqu'un été très-sec a fait tomber les feuilles des arbres fruitiers ou des marronniers : quelques jours chauds, en automne, amènent une seconde floraison. Les observations sur les époques de végétation provoquées avec tant de persévérance par M. Quetelet et utilisées par M. Linsser, n'ont porté sur aucune espèce annuelle. Je le regrette, car on aurait vu par leur manière

[1] Observation de Heer, citée dans ma Géogr. botan., p. 47.

[2] Linsser, Die periodischen Erscheinungen des Pflanzenlebens, in-4°. Saint-Pétersbourg, 1865. Dans les *Mém. de l'Acad. des Sc. de St.-Pétersb.* 7me série, vol. XI, n° 7.

de végéter, au nord et au midi, si la différence observée dans les autres plantes tient à des réserves de matériaux nutritifs ou à des diversités intrinsèques des individus de chaque espèce, selon les influences qui ont existé dans les siècles antérieurs.

Je m'étais proposé, en 1868 et 1869, de traiter cette question d'une manière purement expérimentale. Plusieurs lacunes, causées par des hasards ou des accidents, ont diminué l'intérêt de mon expérience. Je puis cependant donner quelques faits exacts, et la méthode étant indiquée, on pourra probablement en tirer un meilleur parti.

Mon but était de vérifier si des graines d'une même espèce, provenant de localités très-éloignées, tout à fait différentes de climat, produiraient, semées dans une même localité, des individus ayant des conditions physiologiques différentes, par exemple, ressentant d'une autre manière l'effet de la chaleur.

J'ai commencé par choisir dans les flores européennes une douzaine d'espèces annuelles, vivaces ou ligneuses, faciles à reconnaître et à trouver, n'ayant pas des variétés caractérisées qui compliqueraient la question, et appartenant à plusieurs familles naturelles. Je me suis adressé ensuite à des botanistes de quatre localités du nord ou du midi, savoir Édimbourg, Moscou, Montpellier et Palerme, pour obtenir des graines des dites espèces, récoltées, autant que possible, loin des habitations et dans les conditions ordinaires du pays. Mes honorables correspondants, MM. Balfour, de Geleznoff, Planchon et Todaro, ont bien voulu s'occuper de la demande, et m'ont envoyé des graines de la plupart des espèces. Malheureusement quelques-unes manquaient dans chaque envoi, et tantôt

les unes tantôt les autres, ce qui s'explique par la rareté de telle espèce dans telle localité. Certaines graines n'ont pas levé, tantôt dans l'une des espèces ou dans l'une des collections d'origine différente, tantôt dans les autres, ce qui a limité encore forcément les termes de comparaison. En définitive il est resté seulement trois espèces provenant de localités éloignées, et encore l'une d'elles s'est trouvée mauvaise à cause de l'inégalité extrême de la manière de végéter des individus de même origine. Cette espèce irrégulière est le *Sisymbrium officinale*, qui a donné, dans chaque collection, des individus hâtifs et tardifs, petits et grands, annuels et quasi bisannuels, ce qu'on aurait pu deviner d'ailleurs à la seule inspection des graines généralement très-inégales de forme et de grosseur [1].

Avant d'entrer dans les détails de l'expérience, il est bon d'insister sur son caractère particulier. Les espèces en question existent dans le nord et le midi de l'Europe depuis un nombre de siècles impossible à préciser, mais qui doit avoir été considérable. A la rigueur, les graines de l'une de ces espèces, le *Senecio vulgaris*, ont pu, à cause des aigrettes, avoir été transportées jadis d'un point à un autre, dans l'intérieur de la Grande-Bretagne, ou de la Russie, ou du midi de la France, ou de la Sicile, cependant il n'est pas probable que des transports

[1] Si la culture du *Sisymbrium officinale* avait le moindre intérêt, les horticulteurs en obtiendraient facilement deux et peut-être plusieurs formes héréditaires. Dans le cours naturel des choses, les variations qui se produisent dans l'espèce n'ont peut-être pas de durée, puisque les auteurs n'ont pas fait des variétés ou des espèces distinctes dans leurs ouvrages. Est-ce le résultat de fécondations croisées, ou d'atavisme, ou d une instabilité habituelle dans les formes? C'est ce que l'observation seule pourrait constater.

aient eu lieu à de très-grandes distances. Les graines d'une des autres espèces *Trifolium repens*, et celles du *Sisymbrium officinale* ne présentent pas de chances particulières de transport. Il est donc, en somme, vraisemblable que les individus de ces trois espèces de générations antérieures à celle d'où nos graines ont été obtenues avaient vécu pendant des milliers d'années sous des climats très-différents. Celui d'Édimbourg est peu rigoureux en hiver et peu chaud en été; celui de Moscou est au contraire un climat extrême ; enfin les climats de Montpellier et de Palerme sont chauds et secs. Il s'était fait, dans ces conditions, une expérience antérieure de plusieurs milliers d'années, et c'est bien autre chose que celle des générations toujours en petit nombre, au moyen dequelles on se flatte de déterminer dans les jardins le degré de fixité d'une forme végétale quelconque.

Dans le cas dont il s'agit les formes extérieures paraissaient n'avoir pas changé, puisque j'avais choisi des espèces faciles à reconnaître et n'ayant pas de variétés déjà signalées. La question était donc de savoir si les dispositions physiologiques, indépendantes quelquefois des formes extérieures, étaient aussi demeurées semblables.

PREMIÈRE GÉNÉRATION.

Les graines récoltées en 1868, ont été semées en 1869.

Un premier semis eut lieu, le 11 mai, dans des vases, remplis de terreau, et placés dans un cabinet de mon herbier où le jour venait uniquement du zénith, sans le moindre rayon de soleil. Quoique la lumière diffuse fût très-abondante, les individus se montrèrent dès le premier moment si chétifs et il en mourut un si grand nombre

que j'abandonnai l'expérience. Les seuls résultats bien constatés furent ceux-ci : 1° les *Senecio vulgaris* d'Édimbourg, Moscou, Montpellier et Palerme, semés le 11 dans l'après-midi et arrosés uniformément, avaient tous levé et étalé leurs cotylédons le 15, au milieu du jour. 2° Les *Sisymbrium officinale* de Moscou, Édimbourg et Palerme ayant été semés simultanément le 11, ceux de Moscou et Édimbourg étaient levés le 14 et ceux de Palerme 24 heures plus tard.

Voyant l'inutilité des cultures privées de la lumière directe du soleil, je demandai à l'administration du Jardin botanique de Genève de me laisser faire un semis dans un carreau, sous la surveillance du jardinier en chef. La place choisie avait été labourée et nettoyée de mauvaises herbes. Les graines furent semées le 22 mai, à 4 heures.

Il y avait des *Senecio* des quatre origines, des *Sisymbrium* de Moscou, Édimbourg et Palerme, et des *Trifolium repens* de Moscou et de Palerme.

Senecio vulgaris. Tous étaient levés le 27 mai, avec leurs tigelles dressées et les deux cotylédons étalés. Ceux d'Édimbourg et de Moscou offraient un léger retard, que j'aurais de la peine à préciser, et qui ne peut guère avoir influé sur la marche subséquente de la végétation. Les pieds d'Edimbourg ont commencé à ouvrir leurs fleurons le 5 juillet, ceux de Moscou et de Montpellier le 8, et ceux de Palerme plus tard, sans que le jour en ait été suffisamment précisé, à cause d'une absence que je fis à cette époque. Le 4 août suivant les pieds d'Édimbourg et de Moscou portaient plusieurs capitules de graines mûres; ceux de Montpellier en avaient moins et ceux de Palerme n'en avaient qu'un seul. Donc, pour la floraison

et la fructification, les pieds originaires du Nord ont été les plus hâtifs, et ce sont les individus originaires de Palerme qui ont été le plus en retard.

SISYMBRIUM OFFICINALE. Les graines de Moscou, d'Édimbourg et Palerme levaient hors de terre le 27, avec assez d'uniformité. La végétation s'est montrée ensuite tellement irrégulière dans chaque lot qu'il n'en a pas été tenu compte. Les pieds hâtifs gênaient les autres. Le 8 juillet, la moyenne des pieds de Palerme était la plus avancée.

L'expérience n'était pas suffisante, et comme je me proposais d'aller en automne en Italie, je priai mon ami, M. le professeur Parlatore, de faire un second semis de *Sisymbrium officinale* dans le Jardin botanique de Florence. Je lui envoyai des graines prises aux paquets primitifs des trois localités, plus à Kharkoff, la même année 1868. — Elles furent toutes semées le 1er octobre 1869 à Florence. Je les vis une fois et l'expérience fut très-bien suivie par le jardinier en chef.

Voici la note qui m'en a été communiquée.

Les individus d'Édimbourg et Palerme levèrent le sixième jour, ceux de Moscou le neuvième, et ceux de Kharkoff le onzième.

Du jour de la levée à celui de la première floraison, il s'écoula pour les individus de

Kharkoff.	141	jours.
Édimbourg et Palerme. . . .	151	»
Moscou.	156	»

TRIFOLIUM REPENS. Semés à Genève simultanément, le 22 mai, à 4 heures, les individus originaires de Palerme

ont levé le 28, et ceux de Moscou, en moyenne, vingt-quatre heures plus tard.

Dès ce moment on a pu voir une différence inattendue. Les trèfles rampants de Palerme étaient vigoureux, élevés, à larges feuilles, tandis que ceux de Moscou étaient chétifs, bas et à feuilles moins développées. Cette diversité s'est continuée indéfiniment. L'un des trèfles, celui de Palerme était plus grand dans toutes ses parties. On aurait pu le faucher. L'autre est resté petit, comme s'il avait été piétiné au bord d'une route. Les uns et les autres ont fleuri vers le 12 août. La circonstance que les légumes sont enfermés dans des restes de corolles ne m'a pas permis de bien constater la maturité, mais elle m'a paru semblable de part et d'autre.

Mécontent de cette observation, je fis un nouveau semis des deux *Trifolium repens* des deux origines, le 12 juin, dans un autre carreau du Jardin botanique. Les graines de Palerme levèrent le 16, celles de Moscou le même jour, avec un peu de retard cependant, lorsqu'on examinait de près. La diversité de grandeur des tiges et feuilles se manifesta très-vite, comme dans l'expérience précédente. Les pieds de Palerme ont fleuri le 15 août et ceux de Moscou le 17.

Ces différences ont peu de valeur, surtout si l'on fait attention à ce qu'il y avait deux variétés distinctes, une grande et une petite, auxquelles on peut naturellement supposer des propriétés physiologiques différentes.

En définitive les *Senecio* s'étaient montrés identiques de forme, et ceux du nord plus hâtifs quant aux époques de floraison et maturation ; les *Sisymbrium* avaient montré de singulières diversités d'époques selon les origines, ceux de Kharkoff étant même très-différents de ceux de

Moscou ; enfin les *Trifolium repens* s'étaient montrés différents de forme ou plutôt de grandeur des organes, et les pieds du nord un peu en retard quant à l'époque de floraison.

L'influence des climats serait donc variée selon les espèces.

DEUXIÈME GÉNÉRATION.

Un second semis des *Senecio* recueillis à Genève, fut fait dans le Jardin botanique de Florence, à côté des Sisymbrium dont j'ai parlé. Voici, d'après les observations fort exactes du jardinier en chef, la marche de la végétation de ces individus en hiver.

SENECIO VULGARIS (2me génération élevée à Genève, semée à Florence le 1er octobre 1869).

	Levée.	Floraison.
Originaires de Moscou,	5 octobre 1869.	8 février 1870
» d'Édimbourg,	20 » »	20 » »
» de Montpellier,	30 » »	14 » »
» de Palerme,	22 » »	2 mars »

Les levées ont été, comme on voit, bien moins uniformes que celles de la génération précédente observées à Genève, dans une autre saison. Les individus primitivement originaires de Moscou ont germé à Florence beaucoup plus vite que les autres. Il en est résulté pour eux une floraison plus prompte.

A dater du jour du semis jusqu'au jour de la floraison, il s'est écoulé, pour les pieds originaires de :

Moscou	131	jours.
Montpellier . . .	137	»
Édimbourg . . .	143	»
Palerme	153	»

A dater du jour de la levée jusqu'à la floraison :

Montpellier . . .	107	jours.
Édimbourg . . .	124	»
Moscou	127	»
Palerme	131	»

Ainsi, à la seconde génération, et en hiver, les *Senecio* originaires de Palerme ont conservé une disposition à végéter lentement, et ceux originaires de Moscou à végéter plus vite, du moins en ce qui concerne la germination.

L'ordre d'évolution ne s'est pas maintenu uniforme du semis à la germination et de celle-ci à la floraison, et l'on peut remarquer d'autres différences d'avec les observations faites à Genève, au printemps, sur la première génération. De pareilles diversités trahissent une influence de la température qui ne serait pas la même pour les lignées provenant de localités différentes. Les *Senecio vulgaris* de Moscou profitent mieux des températures basses. A Genève on s'en est aperçu par une floraison hâtive, à Florence par une levée plus prompte.

Après avoir parlé de ces expériences assurément trop limitées, et qu'il faut regarder comme une ébauche ou une tentative, je me bornerai à de courtes réflexions.

1° La méthode est nouvelle. On en pourra tirer peut-être un meilleur parti, en choisissant mieux les espèces ou les localités d'origine.

2° Chaque espèce paraît se comporter un peu différemment à l'égard de la température, suivant que les graines viennent du Nord ou du Midi. Cependant des diversités se rencontrent quelquefois entre des individus de la même espèce provenant de localités voisines.

3° Les diversités sont souvent héréditaires.

4° Toute expérience sur les végétaux est difficile et même peu probante, en raison de la diversité des parties qu'on croit identiques et qu'on soumet à des conditions déterminées. Quand on expérimente sur des métaux ou sur des gaz, on sait très-bien que chaque partie du tout est semblable, du moins quand les métaux ou les gaz ont été épurés, mais si l'on compare deux boutures prises sur un même arbre, ou deux bourgeons, ou des graines sorties d'une même capsule, on n'est jamais certain de l'identité. Il est même probable qu'il y a toujours une diversité quelconque. De là des causes d'incertitude et d'inexactitude. Elles ne doivent évidemment pas faire renoncer à la voie de l'expérience, mais elles expliquent pourquoi celle de l'observation est ordinairement la plus fructueuse en histoire naturelle.

RECHERCHES

SUR LE PHTALYL

RADICAL DE L'ACIDE PHTALIQUE

PAR

M. ÉMILE ADOR [1]

(Extrait par l'auteur.)

C'est au professeur Wislicenus que l'on doit la méthode d'éliminer l'iode dans les combinaisons organiques par de l'argent métallique, tel qu'on l'obtient en réduisant le chlorure d'argent par le zinc. Prenant pour point de départ de mon travail le chlorure de l'acide phtalique $C_6H_4\left\{\begin{matrix}COCl\\COCl\end{matrix}\right.$ j'avais l'intention de le transformer en iodure et de soumettre celui-ci à l'action d'argent moléculaire, mais je m'aperçus dans un essai préparatoire que ce n'était point nécessaire, et que le chlore pouvait être directement enlevé du chlorure de l'acide phtalique.

C'est l'étude du corps résultant de cette réaction, c'est-à-dire du radical de l'acide phtalique, et de quelques-uns de ces dérivés qui fait le sujet de cette étude.

Le chlorure de l'acide phtalique s'obtient facilement lorsqu'on chauffe à ébullition modérée un équivalent d'acide avec deux équivalents de $PhCl_5$ pendant quatre ou cinq jours ; une addition d'oxychlorure de phosphore facilite la réaction ; lorsque tout dégagement de HCl a cessé, on distille sur un bain d'huile le $PhOCl_3$, on porte ensuite

[1] Dissertation inaugurale. Zurich, 1872.

la température à 190° en faisant passer un courant d'acide carbonique pour chasser les dernières traces de $PhCl_3$, puis enfin on distille à flamme nue.

Le chlorure de l'acide phtalique est un liquide légèrement coloré en jaune, plus pesant que l'eau avec laquelle il se décompose lentement en régénérant de l'acide phtalique, et qui bout sans se décomposer à 270° [1].

Ce chlorure doit être tenu dans des flacons bien bouchés, car il se décompose facilement quoique lentement à l'air humide comme l'indique la formule suivante :

$$C_6H_4 \begin{cases} COCl \\ COCl \end{cases} + H_2O = 2HCl + C_6H_4 \begin{cases} CO \\ CO \end{cases} > O$$

en acide chlorhydrique et en acide phtalique anhydre qui cristallise en prismes clinorhomboïdaux paraissant hémimorphes, l'arête étant peu accentuée, d'ailleurs pas assez bien formés pour qu'on puisse les mesurer, les faces étant presque toutes déprimées et les arêtes arrondies.

L'acide phtalique anhydre bout à 275° presque sans décomposition. Græbe [2] indique le point d'ébullition à 277°.

Action d'Ag. sur le chlorure de l'acide phtalique.

Si l'on projette par petites quantités à la fois de l'argent moléculaire séché préalablement à 150° dans le chlorure, dans la proportion de 14 gr. d'Ag. pour 10 de chlorure, il se produit une assez vive réaction avec dégagement de chaleur, la masse devient solide, et si l'on a agi avec précaution, les produits ne se noircissent pas.

On chauffe encore le ballon pendant quelques heures à

[1] Toutes les températures indiquées dans ce travail ne sont pas corrigées, mais ont été observées avec le même thermomètre.

[2] *Bulletin de la Société de Chimie de Berlin*. 5me année, I.

150°, on voit alors sublimer de l'acide phtalique anhydre en longues aiguilles blanches flexibles fondant à 128°.

La réaction terminée, on triture avec soin le produit et on le traite par l'eau bouillante qui dissout tout l'acide phtalique anhydre en le transformant en acide phtalique ordinaire.

A ce propos je remarquerai que l'acide phtalique parfaitement pur, obtenu de l'anhydride après plusieurs cristallisations et traitement avec du charbon animal, fond à 213° lorsque les cristaux n'ont pas été brisés, et à 203° lorsque ces mêmes cristaux ont été pulvérisés. Impur, l'acide phtalique fond beaucoup au-dessous, jusqu'à environ 170°, généralement et tel qu'on l'obtient par précipitation de ses sels, il fond vers 180°. Les livres de chimie indiquent 182°. La quantité d'acide retrouvée est assez considérable, elle représente 25,2 °/₀ du chlorure employé, malgré toutes les précautions prises contre l'humidité; mais je montrerai plus tard quelles sont les causes de cette formation d'anhydride.

Après le traitement par l'eau et dessiccation on reprend par l'alcool et l'on digère plusieurs heures avec réfrigérant renversé et en changeant deux ou trois fois d'alcool; les liquides réunis, l'alcool distillé, il reste une substance complexe, résineuse, colorée en brun plus ou moins foncé, sur laquelle je reviendrai.

Dans le résidu, il ne reste plus maintenant que du chlorure d'argent, de l'argent en excès et le phtalyl; pour retirer le phtalyl, c'est ainsi que je nomme le radical de l'acide phtalique, le meilleur moyen est de sublimer dans un tube à combustion à travers lequel on fait passer un faible courant d'acide carbonique. Dans cette opération il distille et sublime une masse jaune orange qui a assez de

ressemblance avec le nitro-anthracène. On le traite par l'eau à chaud pour lui enlever un peu d'acide phtalique anhydre, puis on la fait cristalliser plusieurs fois en employant comme dissolvant l'acide phénique bouillant, dans lequel le phtalyl est assez soluble, l'alcool le précipite. Après plusieurs cristallisations, le phtalyl est pur, quoique un peu coloré en jaune ; il est probable cependant qu'avec de la patience on pourrait l'obtenir incolore. L'analyse élémentaire donne la formule $C_8H_4O_2$; la combustion doit être faite avec beaucoup de soin avec un long tube rempli d'oxyde de cuivre et dans un courant d'oxygène non interrompu, le phtalyl se décomposant très-difficilement.

Analyses.

I. Substance ,2187 sublimée une fois, cristallisée de phénol deux fois, séchée à 200° ; acide carbonique ,5720 ; eau ,0617.

II. Substance ,2143 sublimée deux fois et recristallisée de phénol, séchée à 140°, CO_2 ,5629 ; H_2O ,0618.

III. Substance ,2308 sublimée une fois et cristallisée deux fois de phénol, séchée à 150°, CO_2 ,6130 ; H_2O ,0649.

	I.	II.	III.	$C_8H_4O_2$
C	71,3	71,63	72,43	72,73
H	3,13	3,20	3,12	3,03

Le phtalyl est insoluble dans l'eau, très-peu dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone et tous les carbures d'hydrogène. Les seuls dissolvants sont l'acide phénique à chaud et l'acide sulfurique concentré à froid. Il fond au-dessous de 300°, sublime et distille.

Le rendement en phtalyl n'est pas très-satisfaisant, vu

qu'on n'obtient que 18,4 % de phtalyl, la théorie demandant 65 %.

De la sublimation du phtalyl à l'air.

Lorsqu'on chauffe sur un bain de sable du phtalyl placé au fond d'un verre recouvert d'une feuille de papier à filtrer et d'un verre de montre renversé, on remarque quatre sublimés différents ; dans le verre de montre se déposent des cristaux d'acide phtalique anhydre, sur le papier des aiguilles oranges-rouges, molles, très-solubles dans l'alcool formées d'acide phtalique anhydre, imprégnées d'une résine, et au fond du verre des aiguilles et des feuilles orangées de phtalyl, les aiguilles proviennent du phtalyl qui a distillé et non sublimé. Il ressort de là que le phtalyl s'oxyde à l'air, car il n'y a pas de décomposition semblable dans une atmosphère d'acide carbonique.

Constitution du phtalyl.

La formation des radicaux des acides monobasiques ne peut avoir lieu que d'une seule manière. Exemple :

$$2\,C_6H_5COCl + 2\,Na = 2\,NaCl + C_6H_5CO - COC_6H_5.$$

Pour les acides bibasiques, au contraire, on ne peut pas savoir à priori combien de molécules se joindront les unes aux autres. Ainsi, pour l'acide phtalique, le cas le plus simple serait :

$$C_6H_4\begin{cases}COCl\\COCl\end{cases} + 2\,Ag = 2\,AgCl + C_6H_4\begin{cases}CO\\CO\end{cases}>$$

et c'est ce corps que je croyais obtenir par cette réaction.

Mais on pourrait obtenir tout aussi bien :

$$2\left(C_6H_4\begin{cases}COCl\\COCl\end{cases}\right)+4\,Ag=4\,AgCl+C_6H_4\begin{cases}CO-CO\\CO-CO\end{cases}C_6H_4$$

ou

$$3\left(C_6H_4\begin{cases}COCl\\COCl\end{cases}\right)+6\,Ag=6\,AgCl+C_6H_4\begin{cases}CO-CO\\CO\quad CO\end{cases}C_6H_4$$

$$\underbrace{CO\quad CO}_{C_6H_4}$$

$$n\left(C_6H_4\begin{cases}COCl\\COCl\end{cases}\right)+2n\,Ag=2n\,AgCl+n\left(C_6H_4\begin{cases}CO\\CO\end{cases}\right)$$

La manière la plus simple de se rendre compte de la complication de la molécule serait de déterminer la densité de vapeurs de ce corps; mais cette méthode ne peut pas être employée pour le phtalyl, parce que ce corps est très-peu volatil, et secondement parce qu'il se décompose partiellement à son point d'ébullition. Il faut donc recourir à l'étude des corps qui en dérivent, et cette étude m'a conduit à admettre la formule

$$C_6H_4\begin{cases}CO-CO\\CO-CO\end{cases}C_6H_4,$$

sur laquelle je reviendrai à la fin de ce travail.

Action des alcalis sur le phtalyl.

Si l'on chauffe à 100° pendant quelques heures dans un tube scellé à la lampe du phtalyl, en présence d'eau et de soude, en ayant soin de ne fermer le tube qu'après refroidissement et en observant la température du laboratoire, le phtalyl se dissout en partie, et l'on obtient un liquide coloré en brun foncé; si l'on ouvre le tube sous l'eau, on voit qu'il s'y est produit un vide assez considérable; il y a donc eu absorption d'oxygène.

A froid, les alcalis n'ont point d'action sur le phtalyl et

ne le dissolvent point. J'ai donc chauffé, dans une capsule en porcelaine, à ébullition modérée, du phtalyl avec une solution étendue de soude. Au bout de quelques heures j'ai filtré du phtalyl non attaqué et précipité l'acide par HCl. On a un précipité volumineux jaunâtre soluble dans l'eau, qu'on lave avec un peu d'alcool qui enlève une minime quantité de résine.

A la combustion les mêmes précautions que pour le phtalyl sont nécessaires.

L'analyse a donné les résultats suivants :

I. Subst. séchée à 120° ,2455 ; CO_2 ,6015 ; H_2O ,0795
II. Subst. séchée à 140° ,2317 ; CO_2 ,5602 ; H_2O ,0732

	I.	II.	Calculé pour $C_{16}H_{10}O_5$
C	66.81	65.9	68.0
H	3.59	3.5	3.5

Ce même acide se forme lorsqu'on fait agir le sodium sur le phtalyl en suspension dans de l'alcool ordinaire.

Substance séchée à 150° ,2254 ; CO_2 ,5420 ; H_2O ,0734

C	65.6
H	3.6

Cet acide est très-peu soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, le carbure d'hydrogène, bien dans le phénol à chaud, dans les alcalis et les carbonates ; il fond au-dessus de 300° en se décomposant en phtalyl, en acide phtalique anhydre et en un autre acide, sur lequel je reviendrai plus loin.

Sec il forme une poudre blanche excessivement légère sans forme cristalline distincte. Voulant en obtenir des sels, je le dissolvai dans de l'ammoniaque et chauffai au bain marie pour chasser l'excès de NH_3, mais je m'aperçus qu'il se déposait un corps cristallin, aiguilles jaunâ-

tres, qui ne se dissolvait plus à froid dans les alcalis. A l'analyse ce corps a donné les chiffres du phtalyl :

Substance séchée à 140° ,2175 : CO_2 ,5680 ; H_2O ,0679

		Calculé pour $C_6H_4 \begin{matrix}(CO-CO)\\(CO-CO)\end{matrix} C_6H_4$
C	71.26	72.73
H	3.4	3.03

et en avait toutes les propriétés fondant au-dessus de 300°, sublimant en feuilles jaunâtres et régénérant l'acide précédent par la cuisson avec NaOH.

Le liquide neutre filtré de ce corps fut additionné de nitrate d'argent et laissé à lui-même pendant la nuit ; le lendemain l'argent avait été réduit, et ayant extrait avec de l'éther, j'obtins un peu d'un acide fondant vers 250°. Cette réduction de nitrate d'argent me faisant croire que cet acide était en réalité un aldéhyde acide, je cherchai à obtenir une combinaison avec le bisulfite acide de soude, sans y réussir.

La baryte ne donne pas de sel, mais oxyde ce corps en le transformant en acide diphtalique.

En cuisant cet aldéhyde acide avec du carbonate de zinc en suspension dans l'eau, on obtient aussi du diphtalate de zinc.

L'acide séparé de ce sel n'est plus l'acide primitif, il fond vers 265°, et donne à l'analyse : substance séchée sur l'acide sulfurique ,2349 ; CO_2 ,5523 ; H_2O ,0787.

		Calculé pour $(C_8H_5O_3)_2$	
C	64.12	64.4	acide diphtalique.
H	3.72	3.4	

Enfin j'essayai le sel de soude, à cet effet je dissolvai l'acide dans du carbonate de soude, et évaporai à siccité ;

je repris la masse par l'alcool ordinaire qui dissout le sel, évaporai, repris de nouveau par l'alcool et évaporai de nouveau à siccité, puis je le digérai avec de l'alcool absolu, une portion s'y dissout, mais la plus grande partie y est insoluble. La portion dissoute fut évaporée sur l'acide sulfurique dans le vide; à l'analyse elle a donné des résultats ne concordant pas entre eux.

Ce sel soluble dans l'alcool absolu, je voulus le dissoudre dans l'eau; une partie ne se dissout plus, mais bien dans les alcalis et les carbonates, la partie qui se dissout précipitée par HCl donne un acide fondant vers 250°.

La portion du sel primitif non soluble dans l'alcool absolu, précipitée par HCl, donne le même acide fondant vers 250°.

Je n'ai donc pas réussi à préparer un seul sel de cet acide, qui donnât des résultats satisfaisants à l'analyse et des éclaircissements sur sa constitution. Les causes pour lesquelles on ne peut obtenir les sels purs sont: 1° une résine acide soluble dans l'alcool, peu dans l'eau, fondant vers 75°, qui se forme en minime quantité, mais dans toutes les réactions auxquelles on soumet l'acide; 2° la séparation de phtalyl qui a lieu aussi très-facilement; 3° la transformation de l'acide en acide diphtalique par oxydation en présence d'alcalis, si bien qu'il est impossible d'avoir l'acide lui-même pur d'acide diphtalique en l'absence d'une méthode pour les séparer; 4° le fait que l'acide diphtalique lui-même, comme je le montrerai plus tard, s'oxyde aussi en présence d'alcalis et donne naissance à de l'acide phtalique.

Toutes ces raisons montrent que, quoique je n'aie pas réussi à obtenir une combinaison avec le bisulfite de

soude, ce corps doit être un aldéhyde et je le crois formé du phtalyl par une simple addition d'eau.

$$C_6H_4\begin{matrix}(CO-CO)\\(CO-CO)\end{matrix}C_6H_4+H_2O=C_6H_4\begin{matrix}(COOH\ COH)\\(CO——CO)\end{matrix}C_6H_4$$

Ce serait l'aldéhyde acide de l'acide diphtalique et cette constitution expliquerait parfaitement la formation de résines, les aldéhydes y donnant souvent lieu, et la régénératon de phtalyl par une simple perte d'eau, quoique la chaleur sèche soit impuissante à la lui enlever. Enfin la formation par oxydation d'acide diphtalique d'abord, puis d'acide phtalique.

$$C_6H_4\begin{matrix}(COOH\ COH)\\(CO——CO)\end{matrix}C_6H_4+O=C_6H_4\begin{matrix}(COOH\ COOH)\\(CO———CO)\end{matrix}C_6H_4$$

et

$$\left(C_6H_4\begin{matrix}(COOH\\(CO\end{matrix}\right)_2+O+OH_2=2C_6H_4\begin{matrix}(COOH\\(COOH\end{matrix}$$

En effet, si l'on cuit du phtalyl avec une solution concentrée d'hydrate de potasse, on obtient d'abord l'aldéhyde acide de l'acide diphtalique, puis l'acide diphtalique, et si l'on continue à chauffer jusqu'à fondre l'acide avec la potasse, après dissolution dans l'eau et acidifiant par HCl, on n'obtient point de précipité, mais l'éther extrait un acide fondant vers 170°, sublimant en aiguilles fondant 127°, donc de l'acide phtalique.

En chauffant quelques heures cet aldéhyde à 180°, il se décompose en phtalyl, acide phtalique anhydre et en un nouvel acide résineux fondant entre 200 — 225° sans sublimer, mais distillant en se décomposant en partie. Les sels alcalins sont solubles, si l'on évapore les solutions on obtient des masses résineuses. Les sels des métaux sont pour la plupart peu solubles, ce sont des précipités floconneux résineux. Je n'ai pu continuer l'étude de ce corps n'en ayant qu'une très-petite quantité.

Action des oxydants sur le phtalyl. Acide diphtalique.

Je viens de montrer qu'on obtenait ce nouvel acide par l'action prolongée des alcalis à chaud sur le phtalyl. Mais on l'obtient plus promptement par l'oxydation au moyen de l'acide nitrique. Tous les autres oxydants sont sans effet sur lui, à cause de l'insolubilité du phtalyl, excepté le peroxyde de manganèse et l'acide sulfurique qui agissent lentement et imparfaitement. Pour l'obtenir en quantité assez grande pour pouvoir en faire l'étude, il faut se servir d'acide nitrique concentré additionné d'un peu d'acide sulfurique, qui accélère la réaction, et bien pulvériser le phtalyl. On chauffe légèrement jusqu'à ce qu'il ne se forme plus que peu de vapeurs rutilantes et que le phtalyl avec sa couleur orangée se soit transformé en une poudre blanche cristalline. On verse dans l'eau, laisse reposer un jour et filtre. On lave avec un peu d'alcool à chaud qui enlève une résine.

J'essayai différentes méthodes pour purifier cet acide sans pouvoir réussir complétement; la meilleure est la précipitation fractionnée d'un sel alcalin, les premiers précipités étant beaucoup plus colorés que les derniers; le traitement par le charbon animal de la solution d'un sel alcalin réussit mal.

L'acide diphtalique a donné à l'analyse :

I. Subst. séchée à 110°, ,2337; CO_2 ,5370; H_2O ,0753
II. Subst. séchée sur l'acide sulfurique, ,2834; CO_2 ,6505; H_2O ,0880
III. Subst. séchée à 150°, ,2220; CO_2 ,5132; H_2O ,0691
IV. Subst. ,2807 séchée sur l'acide sulfurique, CO_2 ,6415; H_2O ,0887
V. Subst. ,2349 idem, CO_2 ,5523; H_2O ,0787
VI. Subst. ,2460 séch. sur du chlorure de calcium, CO_2, 5744; H_2O ,0843

I, II et III proviennent de l'oxydation du phtalyl par l'acide nitrique lavé par l'alcool, dernière précipitation de trois opérations différentes, l'acide fondant vers 259°. IV provient de l'acide II purifié trois fois par le sel de plomb, il fondait à 260°. V est l'acide séparé du sel de zinc obtenu en cuisant l'aldéhyde acide de l'acide diphtalique avec du carbonate de zinc et fondait à 265° et était parfaitement blanc. VI est l'acide séparé du sel de soude non soluble dans l'alcool absolu, provenant du sel de l'aldéhyde acide diphtalique, fondant vers 250°, voir page 124.

Je dois dire ici de nouveau que le corps est très-stable et qu'on doit user de beaucoup de précautions à la combustion.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
C	62.66	62.6	63.04	62.68	64.12	63.7
H	3.5	3.4	3.4	3.51	3.7	3.8

Calculé pour $\left(C_6H_4\begin{cases}COOH & COOH \\ CO\text{———} & CO\end{cases}C_6H_4\right)$

C	64.4
H	3.4

L'acide diphtalique est une poudre cristalline, feuilles microscopiques ou aiguilles, presque insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, peu dans les carbures d'hydrogène, chloroforme, sulfure de carbone, bien dans les carbonates, les alcalis et le phénol, d'où il cristallise en fines aiguilles jaunâtres. Pur, il fond à 265°, impur entre 245° et 260°; il émet immédiatement des bulles et il sublime de l'acide phtalique anhydre, fondant à 127°. Tenu en fusion pendant une heure à 260°, il s'est complétement transformé en acide phtalique anhydre et en phtalyl. Le produit fut traité à chaud par l'eau pour enlever l'acide phtalique, il reste des aiguilles incolores solubles seulement dans le

phénol, d'où ce corps est précipité par l'alcool, fondant au-dessus de 300° et donnant à l'analyse le résultat suivant :

Substance séchée à 100° ,2415 ; CO_2 ,6409 ; H_2O ,0699

	Trouvé	Calculé pour $\left(C_6H_4\begin{cases}CO\\CO\end{cases}\right)_2$
C	72.3 %	72.7
H	3.2	3.03

Donc, l'acide diphtalique tenu en fusion se décompose suivant la formule :

$$2\left(C_6H_4\begin{matrix}(COOH\ COOH)\\(CO\text{———}CO)\end{matrix}C_6H_4\right) = C_6H_4\begin{matrix}(CO-CO)\\(CO-CO)\end{matrix}C_6H_4 +$$
$$+ 2\,C_6H_4\begin{matrix}(CO\\(CO\end{matrix}>O + 2\,H_2O$$

Sels de l'acide diphtalique.

Sel d'*argent*. On l'obtient en ajoutant du nitrate d'argent à une solution concentrée de diphtalate de NH_3, il se dépose lentement des cristaux, aiguilles réunies en faisceaux, qu'on recristallise dans l'eau où elles sont assez solubles à chaud. A l'analyse il a donné les résultats suivants :

I. Substance séchée sur acide sulfurique ,1080 ; Ag. ,0456
II. Autre préparation, subst. séchée à 110° ,2052 ; Ag. ,0852
III. Le même sel séché à 115°, légèrement noirci ;
Substance ,2810 ; CO_2 ,3751 ; H_2O ,0456) Ag. ,1175.

	I.	II.	III.	Calculé pour $(C_8H_4O_3\ Ag.)_2$
C			36.4	37.5
H			1.8	1.56
Ag.	42.22	41.5	41.8	42.1

Le sel de soude s'obtient en dissolvant l'acide diphtalique dans du carbonate de soude, évaporant à siccité, reprenant par alcool dans lequel il est soluble, évaporant

de nouveau et le soumettant encore une fois à cette opération, on l'obtient sous forme de masse orange hygroscopique. Le sel de potasse s'obtient de la même manière, il est encore plus hygroscopique que celui de soude.

Le sel de baryte s'obtient en dissolvant à froid l'acide dans une solution de baryte, précipitant l'excès par CO^2, expulsant l'acide carbonique en solution sous la pompe pneumatique, filtrant et évaporant à siccité dans le vide, on l'obtient sous formes de paillettes cristallines très-solubles dans l'eau, pas dans l'alcool. A l'analyse il a donné :

Substance séchée sur l'acide sulfurique dans le vide :

,3056 ; CO_2 ,4233; H_2O ,0743 ; CO_2BaO ,1292.

		Calculé pour $C_{16}H_8O_6Ba+2$ Aq.
C	40.32	40.9
H	2.7	2.5
Ba	29.4	29.2

On ne peut pas enlever l'eau de cristillisation par la chaleur, le sel se décomposant, et il faut se garder de chauffer la solution du sel de baryte, sinon on obtient de mauvais résultats par le fait de l'oxydation de l'acide diphtalique en acide phtalique.

Ainsi j'ai obtenu :

	I.	II.	III.	IV.	V.	$C_{16}H_8O_6Ba+2Aq$.	$C_8H_4O_4Ba$
C		38.8			35.78	40.9	31.8
H		2.55			2.55	2.5	1.3
Ba	38.57	32.0	33.04	33.4	33.08	29.2	45.5

Le diphtalate de cuivre s'obtient par le diphtalate de NH_3 et le sulfate de cuivre ; précipité blanc, volumineux, insoluble dans l'eau.

Le sel de plomb s'obtient de la même manière par l'acétate. C'est un précipité blanc insoluble.

Je n'ai pas réussi à obtenir un sel de baryte acide.

Action de la potasse caustique sur l'acide diphtalique.

Si l'on traite de l'acide diphtalique par une solution concentrée de potasse à l'ébulition, au bout de peu de temps HCl ne produit plus de précipité, l'éther extrait un acide, fondant vers 170° donnant un sublimé d'acide phtalique anhydre. Je l'ai analysé.

Substance séchée à 100° ,2684: CO_2 ,5724; H_2O ,1021

		$C_8H_6O_4$ acide phtalique.
C	58.1	57.8
H	4.2	3.6

De même, si l'on cuit l'acide avec de la soude diluée, on obtient un peu d'acide phtalique.

Les *oxydants,* l'acide nitrique en particulier, l'oxydent en acide phtalique.

$$C_6H_4\begin{cases}(COOH\ COOH)\\(CO\text{———}CO)\end{cases}C_6H_4+O+OH_2=2\,C_6H_4\begin{cases}COOH\\COOH\end{cases}$$

L'*acide sulfurique* concentré dissout l'acide diphtalique; si l'on chauffe peu de temps et verse dans l'eau, on obtient l'anhydride de l'acide diphtalique, il fond à 228° et régénère l'acide lentement en cuisant avec de l'eau, mieux encore avec de la soude diluée. Chauffe-t-on plus longtemps, l'acide diphtalique se décompose, on n'obtient pas de corps renfermant S.

Le *brome* dissout l'acide diphtalique à froid; si l'on évapore la solution il ne s'échappe pas de HBr et le corps qu'on obtient ne renferme pas Br; c'est l'acide diphtalique.

Action du perchlorure de phosphore sur le phtalyl.

J'ai chauffé dans un tube scellé au chalumeau 1 équivalent de phtalyl et 2 équivalents de $PhCl_5$ à 160°;

5 heures ont suffi pour achever la réaction qui est encore facilitée par une addition de $PhOCl_3$. La pression dans le tube était assez forte, à l'ouverture il s'échappe du gaz HCl, le phtalyl a disparu, on a une liqueur brune claire et des cristaux blancs : j'ai versé la liqueur dans l'eau, $PhOCl_3$ se décompose et l'on obtient une résine jaune brunâtre qui ne se dissout pas dans l'eau, à peine dans l'alcool, la soude la dissout avec une couleur verte, HCl la reprécipite. Les cristaux sont insolubles dans l'eau, à peine dans l'alcool, bien dans le benzol, d'où ils cristallisent sous forme de tablettes hexagonales, blanches, fondant à 248°, se reprenant à 196° pour refondre à 233°. Ce corps sublime peu, mais distille incolore et se reprend en cristaux par le refroidissement ; il donne aussi une huile ayant l'odeur de chlorbenzoyl. Traité par la soude concentré, il se résine.

Pour l'obtenir, je verse donc tout le contenu des tubes dans l'eau petit à petit, ayant soin d'éviter une trop grande élévation de température et en remuant constamment, je laisse reposer un jour, filtre et lave à chaud. Je reprends par le benzol, qui laisse du phtalyl indissout et fait cristalliser. Il se dépose d'abord des aiguilles jaunâtres de phtalyl, je filtre de nouveau, on voit alors se former des tables rhomboïdales, et presque en même temps de fines aiguilles ressemblant au phtalyl, mais renfermant un peu de chlore, fondant vers 245° et un peu plus soluble dans le benzol que les tablettes hexagonales. N'ayant pu en obtenir jusqu'à présent en assez grande quantité pour une analyse, je ne saurais dire si c'est un corps particulier ou seulement du phtalyl impur. Après plusieurs cristallisations du benzol, on obtient les tablettes parfaitement incolores d'un blanc mat.

A l'analyse, j'ai obtenu des chiffres correspondants à la formule $\left(C_6H_3Cl\begin{cases}CO\\CO\end{cases}\right)_2$ c'est un produit de substitution dans lequel un H du noyau aromatique a été remplacé par un Cl.

Analyses : I. substance séchée sur l'acide sulfurique ,1702; AgCl ,1465. L'analyse a été faite d'après la méthode de Carius, il faut élever la température au moins jusqu'à 200° et la maintenir pendant 24 heures. II. substance séchée sur l'acide sulfurique ,2062; CO_2 ,4346; H_2O ,0650.

	I.	II.	Calculé pour $\left(C_6H_3Cl\begin{cases}CO\\CO\end{cases}\right)_2$
C		57.4	57.65
H		3.5	1.8
Cl	21.32		21.32

Ce corps fut chauffé avec une solution alcoolique concentrée de potasse, il s'y dissout, il se forme bientôt du KCl; après filtration j'ai évaporé à siccité, lavé froid avec un peu d'eau et dissout dans NaOH dilué, l'acide chlorhydrique donne un précipité formé de tablettes hexagonales microscoqiques peu solubles dans l'alcool, pas dans l'eau, bien dans le benzol, fondant vers 250° en se noircissant et donnant un sublimé de fines aiguilles. Il ne renferme pas de chlore.

Ce corps peut avoir la formule :

$$\left(C_6\,H_3\,OH\begin{cases}CO\\CO\end{cases}\right)_2$$

par une simple substitution de Cl par OH ou bien, si la potasse a sur lui la même action oxydante que sur le phtalyl :

$$C_6\,H_3\,OH \left\{\begin{matrix} COOH & COH \\ CO & \text{——} CO \end{matrix}\right\} C_6H_3\,OH$$

ou

$$C_6\,H_3\,OH \left\{\begin{matrix} COOH & COOH \\ CO & \text{——} CO \end{matrix}\right\} C_6H_3OH.$$

J'avais trop peu de matière à ma disposition pour décider quelle est la formule qui lui revient.

Mais il est remarquable que le chlore soit facilement enlevé du noyau aromatique.

Action du brome sur le phtalyl.

Le brome agit aussi comme substituant sur le phtalyl, il le dissout à froid, si l'on chauffe, il s'échappe HBr et l'on obtient une masse qui, dissoute dans le benzol, donne d'abord à la cristallisation un peu de phtalyl non attaqué, puis des tables hexagonales mélangées d'aiguilles; ces tables hexagonales qu'on sépare des aiguilles par plusieurs cristallisations répétées n'ayant donné à l'analyse des résultats trop bas, je pensai que le corps analogue à $(C_8H_3ClO_2)_2$ pourrait être mélangé à un corps, où dans le phtalyl un seul H aurait été substitué par Br.

Pour vérifier cette hypothèse qui aurait prouvé la constitution du phtalyl, j'ai renfermé dans un tube un équivalent de phtalyl et 2 équivalents de Br. en présence d'eau et chauffai au bain-marie jusqu'à complète disparition du brome. En ouvrant le tube, il y a peu de pression, mais en évaporant à siccité, il s'échappe beaucoup de HBr; il reste un corps qui dissout dans le benzol, donne outre un peu de phtalyl des tablettes hexagonales blanches qui après plusieurs cristallisations ont donné à l'analyse des chiffres correspondants à la formule :

$$C_6H_3Br \begin{Bmatrix}(CO-CO)\\(CO-CO)\end{Bmatrix} C_6H_4.$$

Substance séchée sur l'acide sulfurique ,3076 ; Ag.Br ,1706.

	Trouvé	Calculé pour $C_{16}H_7O_4$ Br
Br	23.6 %	23.3

Donc le phtalyl a bien la formule double

$$C_6H_4 \begin{matrix}(CO-CO)\\(CO-CO)\end{matrix} C_6H_4,$$

et non la formule simple

$$C_6H_4 \begin{cases}CO\\CO\end{cases}>$$

ni une formule triple.

Une solution de potasse dans l'alcool agit à chaud sur ce corps. Il y a formation de BrK.

Les agents de réduction paraissent sans action sur le phtalyl, ni le zinc et l'acide chlorhydrique, ni l'acide jodhydrique concentré n'agissent sur lui.

L'acide sulfurique concentré dissout à froid le phtalyl avec couleur brune, l'eau le reprécipite intact, il n'en est pas de même, si l'on chauffe ; au bout d'un certain temps, sans qu'il soit nécessaire d'élever la température jusqu'au point d'ébulition de l'acide, l'eau ne précipite plus rien ; neutralisant par la baryte, faisant passer un courant de CO_2, filtrant après avoir chauffé pour chasser l'excès de CO_2, et évaporant à siccité, on obtient un sel coloré en rouge brun très-soluble dans l'eau ayant la formule :

$$\left(C_6H_3\,SO_3 \begin{matrix}(CO)\\(CO)\end{matrix}\right)_2 Ba.$$

L'acide séparé du sel de baryte n'a pu être amené à cristallisation, il est fort soluble dans l'eau, l'alcool, et lorsqu'on évapore les solutions, il reste un sirop épais brun.

Si l'on chauffe du phtalyl avec du zinc en poudre dans un tube à combustion, on obtient un produit résineux visqueux ayant une forte odeur de diphényl, mais duquel je n'ai pas réussi à obtenir un corps bien défini ; il est soluble dans l'alcool ainsi que dans l'éther, le benzol ; l'eau le précipite de sa solution alcoolique.

Résine provenant du traitement par l'alcool des produits de l'action d'Ag. sur le chlorure de l'acide phtalique.

Cette résine qui fond déjà au-dessous de 100°, presque insoluble dans l'eau, fut traitée par le carbonate de soude ; il reste non dissout du phtalyl impur et une résine soluble dans l'alcool d'où l'eau la précipite, soluble dans l'éther, sans caractère acide, renfermant 70 °/₀ de carbone et 4 °/₀ d'hydrogène, plus riche en H par conséquent que le phtalyl.

La partie soluble dans une solution carbonate de soude fut précipitée par HCl séchée et traitée par l'alcool qui dissout une résine acide. Il reste un acide qui est presque insoluble et qui avait toutes les propriétés de l'acide diphtalique, il a donné des résultats concordants à l'analyse, il fondait à 250°.

Substance ,2520 ; CO_2 ,5817 ; H_2O ,0891

		$C_{16}H_{10}O_6$
C	62.9	64,4
H	3.9	3.4

Cet acide provient-il d'une oxydation du phtalyl au dépens d'une autre molécule de phtalyl qui serait réduite et donnerait la résine dont j'ai parlé plus haut. Je ne le crois pas, car cette résine renferme autant d'oxygène que le phtalyl, je crois plutôt que cet acide diphtalique pro-

vient de l'action de l'argent moléculaire sur un monochlorure de l'acide phtalique qui aurait cette constitution:

$$C_6H_4 \left\{ \begin{matrix} COCl & COCl \\ COOH + COOH \end{matrix} \right\} C_6H_4 + 2\ Ag. =$$

$$= C_6H_4 \left\{ \begin{matrix} CO\text{——}CO \\ COOH \quad COOH \end{matrix} \right\} C_6H_4 + 2AgCl$$

ou mieux

$$C_6H_4 \left\{ \begin{matrix} COCl \quad COCl \\ CO-O-CO \end{matrix} \right\} C_6H_4 + 2\ Ag. = 2\ AgCl +$$

$$+ C_6H_4 \left\{ \begin{matrix} CO\text{——}CO \\ CO-O-O \end{matrix} \right\} C_6H_4$$

anhydride qui par l'action de l'eau donnerait l'acide diphtalique.

Pour vérifier cette hypothèse, j'ai chauffé deux jours à ébullition modérée un équivalent d'acide phtalique avec un peu plus d'un équivalent de $PhCl_5$. Le ballon était rempli de cristaux d'anhydride phtalique; ayant versé le liquide dans une cornue, je distillai l'oxychlorure de phosphore, fis passer un courant de CO_2, puis distillai à flamme nue. J'obtins un liquide qui refroidi à 0° cristallisa presque entièrement; ayant décanté, je laissai les cristaux à la température du laboratoire, ils fondirent presque entièrement laissant seulement quelques aiguilles d'anhydride; je fis de nouveau cristalliser, et étendis sur du papier à filtrer sous un exiccateur dans la cave. J'obtins ainsi de petites feuilles allongées blanches fondant à 17° et qui m'ont donné à l'analyse les résultats suivants:

I.	Substance	,2168	Ag.Cl	,2249		
II.	»	,2718	Ag.Cl	.2898		
III.	»	,2854	CO_2	,5166	H_2C	,0511

	I.	II.	III.	Calculé pour $C_8H_5O_3Cl$	$C_8H_4O_2Cl_2$	$C_{16}H_8O_5Cl_2$
C	—	—	49.3	52.0	47.2	54.7
H	—	—	1.9	2.7	1.9	2.2
Cl	25.6	26.4	—	19.2	34.97	20.2

Ces chiffres correspondent presqu'exactement à un mélange ou combinaison d'une molécule de monochlorure et d'une molécule de binchlorure,

		$C_8H_5O_3Cl+C_8H_4O_2Cl_2$	Trouvé
en effet			
demandent	C	49.6	49.3
	H	2.2	1.9
	Cl	27.4	26.3

Ce corps traité par de l'argent moléculaire donne en effet de l'acide diphtalique et du phtalyl. Je me crois donc autorisé à dire que le monochlorure de l'acide phtalique existe, quoique je n'ai pas réussi à l'isoler.

En faisant digérer du chlorure soit avec de l'acide anhydre soit avec l'acide lui-même, je n'ai pas obtenu de monochlorure. Dans le premier essai, il n'y a point eu de réaction et dans le second je n'ai obtenu que de l'anhydride phtalique.

$$C_6H_4\begin{cases}COCl\\COCl\end{cases}+C_6H_4\begin{cases}COOH\\COOH\end{cases}=2\,C_6H_4\begin{cases}CO\\CO\end{cases}>O+2\,HCl.$$

La résine acide soluble dans l'alcool qui est mélangée avec l'acide diphtalique est en minime quantité, je la traitai par l'eau où elle est fort peu soluble ; il se dépose par refroidissement un acide cristallin blanc s'attachant aux parois du vase ; il fond vers 240° en se décomposant et il sublime de l'acide phtalique anhydre (128°).

Les analyses n'ont pas donné des résultats se rapportant à une formule déterminée.

Moyenne de trois analyses concordant entre elles :

	Trouvé	$C_{24}H_{16}O_6$	$C_{16}H_{12}O_3$
C	71.6	72.0	67.6
H	4.1	4.0	4.2

Le sel d'argent obtenu par le sel de NH_3 dissout dans l'alcool et le nitrate d'argent est un précipité volumineux, jaune-brun, soluble dans l'eau, mais se décomposant facilement et immédiatement si l'on chauffe, avec réduction d'argent ; l'éther enlève un acide fondant à 90° pour redevenir immédiatement solide et refondant à 260°.

Ce sel a donné à l'analyse :

I. Substance ,2774 ; CO_2 ,3884 ; H_2O ,0548 ; Ag ,1172
II. « ,3852 ; Ag ,1648 ;

	I.	II.	Calculé pour $C_{16}H_{10}O_5Ag_2$	Calculé pour $C_{24}H_{13}O_6Ag_3$
C	38.2		38.5	39.9
H	2.19		2.0	1.8
Ag	42.2	42.7	43.3	44.9

Le sel de baryte, très-soluble dans l'eau, obtenu en dissolvant l'acide par la baryte, faisant passer un courant de CO_2, chauffant pour chasser l'excès, filtrant et évaporant à siccité dans le vide, forme des tablettes blanches qui ont donné à l'analyse :

I. Substance ,2156 ont perdu chauffés à 120° pendant 10 heures ,0110, le sel s'était coloré en brun, par conséquent un peu décomposé.
II. Subst. ,2289 séchée sur l'acide sulfurique, SO_4 Ba ,1215.

	I.	II.	$C_{16}H_{10}O_5Ba + Aq$	$(C_{24}H_{12}O_6)_2Ba_3 + 3\,Aq$
Ba		31.2	31.3	32.6
Aq	5.1		4.1	4.3

La formule $C_{16}H_{12}O_6$ concorde bien avec les sels ; la constitution de cet acide serait alors :

$$C_6H_4\begin{pmatrix}COOH \quad COOH\\ CH_2 \text{———} CO\end{pmatrix}C_6H_4.$$

La formule $C_{24}H_{16}O_6$ par contre se rapproche beaucoup des résultats donnés par l'analyse de l'acide lui-même, et l'on pourrait être tenté de l'accepter, si l'on considère que :

$$\underset{\text{Acide diphtalique.}}{4C_{16}H_{10}O_6} + \underset{\text{Phtalyl.}}{3C_{16}H_8O_4} = \underset{\text{Nouvel acide.}}{2C_{24}H_{16}O_6} + \underset{\text{Anhydre phtalique.}}{8C_8H_4O_3}$$

et qu'il se forme toujours des quantités considérables d'anhydride phtalique (25 °/₀) lors de l'action de l'argent sur le chlorure phtalique, mais alors on ne voit pas bien comment cet acide serait tribasique.

SUR

LA MARCHE D'INTENSITÉ

DES

COURANTS D'INDUCTION VOLTAIQUE

PAR

M. SELIM LEMSTRÖM

Professeur agrégé de l'Université d'Helsingfors (Finlande).

Mémoire présenté à l'Académie royale des Sciences de Suède, le 12 mai 1869 [1]

(Extrait communiqué par l'auteur.)

I.

Les effets d'un courant électrique peuvent être rapportés à deux groupes différents dont l'un comprend les effets *galvanométriques* et *chimiques*, l'autre les effets *électro-dynamiques*, *thermiques*, *magnétiques*, *physiologiques* et enfin purement *mécaniques*.

Si un courant électrique de courte durée passe par un galvanomètre, la déviation sera proportionnelle à la quantité d'électricité produite pendant le temps qu'a duré le courant, i signifiant l'intensité du courant ou la quantité d'électricité produite dans *l'unité de temps*, par exemple, une seconde, et t le temps de la durée du courant, cette déviation est représentée par :

$$k\int_0^t i\,dt \tag{1}$$

[1] Voyez les *Actes de l'Acad. royale des Sciences de Suède*, tome VIII, n° 6. Les recherches ont été exécutées au cabinet de physique de l'Académie à Stockholm. Le directeur de cet établissement, M. Edlund, a bien voulu me prêter le concours de ses conseils et de sa riche expérience qui ont beaucoup contribué aux résultats de ce travail.

Mais en faisant passer un pareil courant par un électro-dynamomètre, la déviation doit être représentée par :

$$k\int_0^t i^2 dt \tag{2}$$

Les deux groupes sont caractérisés par ces formules (1) et (2). — Si l'on cherche à déterminer par ces équations l'intensité, par exemple, d'un courant induit dont on a mesuré *la déviation totale* sur un galvanomètre et un électro-dynamomètre, on obtient pour elle une valeur conforme à *l'intensité moyenne* du temps qu'a duré le courant.

Si l'on interrompt, au contraire, le courant induit à un moment quelconque de sa durée, on obtient aussi une déviation proportionnelle à la quantité d'électricité, mais seulement à celle qui a été produite depuis le commencement du courant jusqu'à l'interruption. En continuant d'interrompre le courant à des intervalles différents, on obtient une série de déviations qui représentent les quantités d'électricité développées pendant des temps correspondants, i^o, i', i'', etc., signifiant les intensités moyennes du courant pendant les temps t^o, t', t'', etc. Ces déviations peuvent être représentées par les produits :

$$i^o t^o,\ i't',\ i''t'',\ \text{etc.}$$

En mesurant aussi les temps correspondants, on obtient un moyen de *déterminer les variations de l'intensité*, car si dans un système de coordonnées rectangulaires, on marque sur l'axe des abscisses les temps mesurés, et représente par des ordonnées correspondantes les déviations du courant induit, on aura une série de points dans le plan des coordonnées dessinant une courbe

qui montre la loi des quantités d'électricité développées.

Cette courbe tracée, si y^o, y', y'', etc., marquent ses ordonnées, on aura: $i^o t^o = y^o$, $i' t' = y'$ $i'' t'' = y''$, etc., où i^o, i', i'', etc., signifient les *intensités moyennes*, comme nous l'avons déjà dit.

Pour obtenir les intensités réelles, on procède de la manière suivante, en prenant pour point de départ la première équation :

$$(1) \qquad i^o t^o = y^o$$

où i^o peut sans faute être considéré comme représentant l'intensité réelle, si t^o est assez petit, on donne à t^o un petit accroissement Δt, et en désignant par i' l'intensité moyenne dans ce petit intervalle de temps et par y' la quantité d'électricité développée, on obtient:

$$(2) \qquad i^o t^o + i' \Delta t = y'$$

En soustrayant l'équation (1) de l'équation (2), on aura:

$$i' \Delta t = y' - y^o$$

et par conséquent

$$i' = \frac{y' - y^o}{\Delta t}$$

Plus Δt est petit, plus les variations que i' subit deviennent petites, et si Δt est assez petit, on peut sans faute considérer i' comme correspondant au temps $t^o + \frac{\Delta t}{2}$, ou si $\Delta t = t' - t^o$, ce temps sera $= \frac{t^o + t'}{2}$.

De cette façon on obtient une série infinie de valeurs pour l'intensité, et celle-ci peut alors être représentée par la courbe des points ayant pour abscisses les temps et pour ordonnées les valeurs de i. Il est facile de voir que l'aire comprise entre cette courbe et l'axe des abscisses est égale a it et que $i^o t^o$, $i' t'$, etc., ou y^o, y', y'', etc., répondent à des parties différentes de cette surface.

II.

Cette méthode a été appliquée par moi à la détermination de la marche d'intensité des courants d'induction voltaïque, et voici les appareils que j'ai employés:

1° Un galvanomètre consistant en un magnétomètre de Weber avec multiplicateur, modifié de la manière imaginée par M. Edlund, c'est-à-dire avec une paire d'aiguilles presque complétement astatiques, suspendue à un fil d'argent, dont la torsion fait la force directrice. Les déviations furent lues au moyen de miroir et d'échelle.

2° Une bobine se composant *de deux fils de cuivre isolés, enroulés parallèlement* en deux couches contenant 79 tours. Le diamètre de la couche des fils extérieurs mesurait $134^{mm},3$ et l'épaisseur du fil, indépendamment de la soie, était $0^{mm},5$. L'un des fils était le circuit inducteur, l'autre le circuit induit.

3° *Le courant inducteur* fut produit par une pile de 8 éléments de Bunsen, de la construction ordinaire avec des charbons prismatiques entourés d'acide azotique concentré.

4° Pour produire les fermetures et les interruptions nécessaires du courant inducteur ainsi que du courant induit, j'employai la bascule [1] galvanique de Helmholtz. Au moyen de cet instrument très-soigneusement construit par le mécanicien de l'Académie à Stockholm, il m'a été possible de faire les opérations suivantes :

a) Fermer le courant inducteur et aussitôt après interrompre le courant induit à des intervalles de temps différents.

[1] Dans le Mémoire j'ai employé le nom de balançoire.

b) Interrompre le courant inducteur et aussitôt après le courant induit qui en provient, également à des intervalles de temps différents.

c) Faire circuler un courant galvanique direct par les mêmes contacts de fermeture et d'interruption employés dans les deux moments précédents et pendant un temps égal à celui qu'a duré le courant induit. Ce dernier courant, qui était ordinairement produit par quatre paires de Daniel, servait à obtenir une mesure relative des différentes durées du courant induit.

Il faut que je passe ici sur la description de cet instrument ingénieux et sur toutes les modifications qu'il a dû subir, ainsi que sur toutes les difficultés que j'ai eues à vaincre avant que les résultats eussent atteint la sûreté nécessaire, et je renvoie le lecteur au mémoire même, dans lequel j'ai donné toutes les dates, de manière qu'on puisse, non-seulement suivre les recherches, mais aussi en contrôler à chaque instant les résultats. Le mémoire en est devenu un peu long et difficile à lire, et c'est pourquoi j'ai fait cet abrégé qui en donnera un aperçu [1].

[1] Il y a dans le Mémoire des *errata* qui sont corrigés ici :

Page	ligne		au lieu de		lisez
Page 19,	ligne 14,	*au lieu de*	$l\,\frac{s'M+m}{sM'+m}$	*lisez*	$l\,\frac{s'(M+m)}{s(M'+m)}$
» 17,	» 30,	»	de l'électromètre,	»	du galvanomètre.
» 20,	» 6,	»	*2*	»	*3*
» 20,	» 39,	»	*4*	»	*1*
» 67,	» 9,	»	$y=ax+bx^2+\cdot Cx+^2$, etc.	»	$y=ax+bx^2+Cx^3$, etc.
» 73,	l'ordre des séries,	»	XI, XII, XIII,	»	XII, XIV, XI.
» 74,	» 1,	»	XIV,	»	XIII.
» 76,	» 24,	»	courbe *klmn* et *kl'm'n'*	»	courbe *xyzö* et *xy'z'ö'*.
» 80,	» 21,	»	XI,	»	XII.

Les instruments susdits furent employés de la manière suivante : — L'un des fils de la pile fut conduit à la bascule, l'autre à l'un des fils de la bobine dont le bout opposé fut aussi relié à la bascule au moyen de laquelle on pouvait fermer ou interrompre le courant inducteur suivant qu'on voulait avoir le courant induit inverse ou direct.

Le second fil de la bobine fut relié d'un bout au galvanomètre et de l'autre à la bascule à laquelle on attacha aussi l'autre fil du galvanomètre, de sorte, que le circuit induit pouvait être interrompu à volonté.

Pour mesurer les intervalles de temps pendant lesquels le courant induit avait duré, je conduisais un courant galvanique direct d'une pile au galvanomètre de manière que ce courant agissait pendant le même intervalle de temps.

Ce courant sera appelé dorénavant *courant chronométrique*. Supposons qu'on voulait examiner le courant de fermeture : le courant inducteur était fermé et au même instant le courant induit interrompu. La déviation qu'on observait au galvanomètre montrait la quantité d'électricité développée par le courant induit, $i^0 t^0$ ou y^0. Pour plus de sûreté, je prenais ordinairement cinq déviations de suite, après quoi le courant chronométrique était introduit et je mesurais dix déviations correspondantes au temps t^0; après cela, je prenais encore cinq déviations du courant induit pour me convaincre que la bascule était restée fixe. Puis par un très-petit mouvement d'une vis de la bascule je changeais la durée du courant induit et je mesurais à l'aide du même procédé la valeur de $i' t'$ ou y' et t', ainsi de suite.

De cette manière j'examinais le courant induit après 8 à 9 différents intervalles de temps. Toutes les déviations de la même série étaient réduites à une seule et même

force du courant, qui pour le courant induit était représentée par la déviation totale qu'on obtenait lorsqu'il agissait sans interruption sur le galvanomètre et pour le courant chronométrique par la déviation totale d'un courant induit, qu'il produisait comme courant inducteur dans la bobine. Comme cette déviation variait très-peu dans les séries différentes, elle fut presque toujours réduite à la même force du courant.

Il a été prouvé qu'un courant galvanique peut servir à mesurer les temps si petits qu'ils soient. La méthode appartient à M. Pouillet, mais elle a été perfectionnée par M. Helmholtz qui a démontré qu'elle n'est exacte que dans le cas où on applique une correction pour l'extra-courant produit dans la couche des fils du galvanomètre. Dans ce cas-ci j'appliquai cette correction. Elle fut mesurée directement pour un certain nombre de déviations différentes, ce qui donna une série de corrections desquelles on déduisit, par une simple interpolation, celles dont on avait besoin pour chaque cas.

A l'aide d'un appareil particulier je déterminai l'équivalent des déviations du courant chronométrique en seconde de temps et de deux différentes séries d'expériences je déduisis la valeur d'un degré d'échelle avec une très-grande probabilité.

1 degré d'échelle $= 0^s,0000095$, ou en chiffre rond 0,00001 seconde.

Pour plus de clarté, je cite ici une série (série VI dans le mémoire) d'observations sur le courant de fermeture; *dJ* signifiant la déviation du courant induit, *rt* celle du courant chronométrique, *corr.* la correction de l'extra-courant dans le circuit du courant chronométrique et *corr. rt* la véritable mesure relative du temps.

	dJ	rt	Corr.	Corr. rt
1.	15,48	3,44	1,03	4,47
2.	22,71	5,44	1,51	6,95
3.	49.24	7,53	4,81	12,34
4.	65,25	31,77	14,89	46,66
5.	85,11	53,81	22,58	76,39
6.	117,65	109,58	27,65	137,23
7.	145,46	186,90	31,26	218,2
8.	162,45	555,05	42,04	597,1

Chacun des chiffres dans les colonnes *dJ* et *rt* est la moyenne de dix déviations différentes, et toutes les valeurs de *dJ* ont été réduites à une seule et même force de courant 176,5 et celles de *rt* à 39,52.

Ces chiffres furent appliqués de la manière suivante :

1° Tous ceux de *dJ* et *corr. rt* furent divisés par 10, d'où il résultait que l'unité de temps adoptée fut 0,0001 seconde et que les résultats atteignent, pour ainsi dire, un degré de certitude décuple.

2° Sur une carte divisée en carreaux, j'inscrivis tous les *corr. rt* sur l'axe des abscisses et les *dJ* correspondants comme ordonnées rectangulaires; de là j'obtins une série de points sur la carte.

3° Ces points donnaient une courbe, de sorte que chacun d'eux exerçant l'influence voulue sur la marche de cette courbe. Celle-ci représentait la loi des quantités d'électricité développées; ses ordonnées correspondent à $i^0 t^0$, $i' t'$, $i'' t''$, etc., ou y^0, y', y'', etc., et ses abscisses à t^0, t', t'', etc.

4° Cette courbe supposée juste, fournit les ordonnées ou les quantités d'électricité pour un temps quelconque, et à l'aide de celle-là on pouvait tracer la courbe d'intensité.

Dans l'intervalle de temps où l'intensité était à son maximum, les déviations du courant induit variaient beaucoup, de sorte que, pour plus de sûreté, il fallait prendre jusqu'à vingt déviations. Si ce maximum arrivait dans un intervalle de temps un peu éloigné du commencement, il en résultait certaines difficultés pour tracer la première courbe aux environs du point maximum. Ici j'ai procédé de manière que la moindre déviation du courant chronométrique et la moindre déviation du courant induit dans ce point, nécessairement réduites, coïncidassent, ainsi que les plus grandes déviations des deux courants. Par ce procédé on obtenait deux points qui devaient exercer leur influence sur la course de la courbe.

III.

Cette méthode a été employée pour vingt-quatre séries d'observations en tout, renfermant *six* cas différents, dans lesquelles il s'agissait d'examiner l'influence qu'exercent *les extra-courants* du circuit inducteur sur le courant induit, et comment celui-ci se comporte lorsqu'on augmente la résistance de son circuit, ou quand on introduit un noyau de fer doux dans la bobine.

A.

1° *Courant de fermeture ou courant induit inverse.*

La résistance dans le circuit inducteur, c'est-à-dire dans la pile, les fils conducteurs et la bobine = 217, R_1

Dans le circuit induit . . . . = 133, »

R_1 désigne les parties d'un fil fin de melchior.

Dans la première moitié de l'intervalle de temps, c'est-à-dire $0^s,0001$, l'intensité a déjà atteint le maximum,

mais décroît subitement aussitôt après, de sorte qu'au commencement du second intervalle de temps elle n'est plus que $^1/_9$ *à peu près de l'intensité au point de maximum après quoi la courbe suit asymptotiquement l'axe des X.* Voyez pl. II, fig. 1 où la courbe *abcd* désigne les quantités d'électricité développées et la courbe *ab'c'd'* la marche d'intensité. L'échelle est plus petite que la moitié de celle employée dans le mémoire. Les chiffres sur l'axe des abscisses désignent $0^s,0001$.

2° *Le courant d'interruption ou le courant induit direct.*

Résistance dans les deux circuits comme auparavant.

L'intensité du courant croît d'abord lentement, mais après $0^s,0007$ *environ arrive subitement à un maximum, après quoi l'intensité diminue tout aussi subitement, c'est-à-dire dans le même intervalle de temps, jusqu'à* $^1/_8$ *à* $^1/_9$ *de sa valeur maxima ; au delà la courbe suit asymptotiquement l'axe des X.* Voyez planche II, fig. 2, où la courbe *abcdef* désigne les quantités d'électricité et *ab'c'd'e'f'* la marche d'intensité.

B.

Avec augmentation de résistance dans le circuit inducteur.

1° a) *Le courant de fermeture.*

La résistance dans le circuit inducteur	217, R_1
Résistance ajoutée	180, R_1
Résistance totale.	397 R_1

La résistance dans le circuit induit inaltérée.

Le maximum de l'intensité a lieu maintenant dans le premier tiers de l'intervalle de temps, c'est-à-dire dans $0^s,00003$ *et est beaucoup plus grand que dans le n° 1*

de A. La valeur maxima qui s'était dans ce cas-là élevée jusqu'à 9, est égale maintenant à 13,3. La diminution de l'intensité est aussi rapide qu'auparavant, de sorte qu'il s'écoule à peine $0^s,00005$ avant qu'elle n'ait plus que $^1/_{13}$ de sa valeur maxima.

Comme auparavant la courbe suit asymptotiquement l'axe des X, ce qui arrive toujours, c'est pourquoi cette circonstance ne sera plus mentionnée. Il est évident que la déviation totale du courant induit est ici beaucoup plus petite que dans le cas *A*.

b) *Si la résistance dans le circuit inducteur est augmentée d'avantage,* ce qui fut fait dans deux séries où la résistance était dans la première en tout 443,5 R_1 et dans la seconde 493,6 R_1 *l'intensité au point maximum montre une diminution, sans être pourtant dans le premier cas plus petite que dans le n° 1 de A, mais dans le second, elle a déjà diminué considérablement.* Pour le reste les mêmes effets que ci-dessus.

2° *Le courant d'interruption.*

Si la résistance est augmentée de la même manière, la courbe d'intensité de ce courant montre les mêmes propriétés qu'auparavant, mais le point de maximum se rapproche du point de départ du courant à mesure que la résistance augmente.

a)	La résist.	totale	=217	R_1	le point	maxim. après	$0^s,0007$
b)	»	»	=397	»	»	»	$0^s,00038$
c)	»	»	=443,5	»	»	»	$0^s,00036$
d)	»	»	=493,6	»	»	»	$0^s,00025$

Dans *a, b* et *c* la plus haute intensité est la même, mais dans *d* on observe une diminution considérable.

3° *Après avoir introduit une résistance en forme de bobine on obtint les résultats suivants:*

La résistance dans le circuit inducteur = 220,9 R_1
Résistance ajoutée en forme de bobine = 114,7 »

a) *Le courant de fermeture n'atteint plus à une aussi grande intensité et la courbe a un maximum qui ne monte qu'à 0,36 après* $0^s,0012$, *après quoi elle suit comme avant l'axe des X.* Voyez la pl. II, fig. 1, *aghik* qui représente la marche d'intensité.

b) *Le courant d'interruption, par contre, a conservé sa grande intensité, mais elle ne se montre qu'après* $0,^s00175$ *s'élevant à 7,5 qui est son maximum, après quoi la courbe montre les mêmes propriétés qu'auparavant.* Voyez pl. II, fig. 2, où la courbe *aghikl* montre les quantités, et $ag'h'i'k'l'$ la marche d'intensité.

Les effets observés dans la série B démontrent très-clairement que les extra-courants dans le circuit inducteur exercent une grande influence sur la marche d'intensité. Par une augmentation de résistance, l'intensité de l'extra-courant de fermeture diminue, et l'effet s'en traduit tout de suite sur le courant induit de fermeture (moment B 1° *a* et *b*). Une bobine introduite augmente l'extra-courant de fermeture, et l'on voit (moment 3° *a*) la courbe de l'intensité entièrement aplatie, presque sans trace de sa haute intensité.

L'influence de l'extra-courant est moindre sur le courant d'interruption par la raison bien simple que c'est seulement la portion qui s'est produite pendant l'interruption qui a l'occasion d'agir. Cependant on voit (moment B, 2°) qu'une diminution de son intensité, par une augmentation de résistance, rapproche le maximum du point de départ; mais, par contre, son augmentation par une résistance en forme de bobine éloigne ce maximum de l'origine du cou-

rant, ce qui prouve clairement qu'une grande partie de l'extra-courant d'interruption passe à l'ouverture du courant sous forme d'étincelle, s'il s'en produit une.

C.

Avec résistance dans le circuit induit.

1° La résistance dans ce circuit avait été auparavant dans la bobine 68,2 et dans le magnétomètre 64,8 ou en tout 133 R_1 ; cette résistance fut encore augmentée de 162 R_1 et amenée par conséquent à 295 R_1.

a) *Le maximum du courant de fermeture est considérablement diminué dans ce cas, mais pour le reste la courbe conserve sa forme.*

b) *Le maximum du courant d'interruption est reculé étant à* $0^s,0007$ *à* $0^s,001$ *et il a un peu augmenté.*

2° *Résistance introduite en forme de bobine* = 114,7 R_1 la résistance totale étant de 247,7 R_1 *alors les deux courants montrent une marche d'intensité toute pareille; toute la courbe d'intensité s'étend le long de l'axe des X, et offre pour les deux courants un maximum à peine perceptible,* ce qui arrive pour le courant de fermeture, après $0^s,0025$ et pour le courant d'interruption après $0^s,0018$. Cela prouve que l'extra-courant engendré par le courant d'induction lui-même, agit considérablement sur la marche d'intensité.

D.

Quand *un noyau de fer doux* fut introduit dans la bobine, la déviation augmenta à un tel point que le nombre des éléments de la pile dut être diminué jusqu'à deux, après quoi on observa ce qui suit :

a) *La courbe d'intensité du courant de fermeture est entièrement aplatie* (Pl. II, fig. 1, courbe *mnop*).

b) *La marche d'intensité du courant d'interruption était représentée* (fig. 2) *par la courbe am'n'o'p', la courbe des quantités correspondantes par amnop.* La plus haute intensité se montre dans la première à $0^s,0001$ et monte à une hauteur considérable malgré le peu de force de la pile.

IV.

Un examen plus minutieux de plusieurs des courbes, qui ont été tracées, surtout pour le courant d'interruption, démontre que son intensité présente des ondulations au commencement de la courbe. Ce fait [1] n'a pas été dûment relevé dans le mémoire, quoiqu'il y eût de grands motifs pour son existence dans quatre séries d'observations de ce courant et au moins dans une du courant de fermeture. Il semble que ce résultat dépende de la résistance du circuit inducteur aussi bien que de celle du circuit induit, car il se montre plus distinctement lorsqu'on augmente la résistance. La cause de ces ondulations gît très-probablement dans la formation de l'étincelle, et les phénomènes qui l'accompagnent, par exemple à la naissance d'une force électromotrice envoyant un courant dans une direction contraire au courant principal, ce qui a été démontré par M. Edlund.

La méthode qui fut employée pour mesurer les temps donnait occasion à une comparaison entre l'intensité des

[1] J'ai été amené à faire cet examen plus minutieux par la publication d'un travail de M. Blaserna sur le même sujet (*Journal des Sc. natur. et écon. de Palerme*, 1870, page 135); cependant le résultat a été mentionné une fois dans mon Mémoire.

courants induits et le courant chronométrique. Dans une série du courant de fermeture l'intensité au point maximum monte jusqu'à 13,3, c'est-à-dire dans un intervalle de temps infiniment petit le courant induit inverse développe une quantité d'électricité qui est 13,3 plus grande que celle produite par quatre éléments de Daniel. Ainsi un courant induit de huit éléments de Bunsen donne une intensité correspondante à cinquante-deux éléments de Daniel.

Une comparaison directe entre le courant inducteur et son courant induit de fermeture donna les résultats suivants :

	Courant inducteur.		Courant induit.
Résistance = 356 R_1	5,3	Résistance = 133	16,14
» = 394 »	3,73	»	16,5
» = 414 »	3,7	»	13,45
» = 446 »	2,58	»	10,83
» = 494 »	2,18	»	7,82

Le temps dans lequel les courants agissaient était $0^s,00003$. Ces résultats prouvent clairement que le courant induit développe dans certaines circonstances une quantité d'électricité quatre fois plus grande que celle produite par le courant principal. Il est très-probable que cela a lieu à un plus haut degré pour le courant d'intensité, quoique une comparaison directe n'ait pu être faite.

Lorsqu'un noyau de fer doux fût introduit dans la bobine, le courant d'interruption engendré par un courant de deux éléments de Bunsen montrait une intensité, qui correspondait à vingt de ces éléments.

Il est évident que les résultats sus-mentionnés doivent avoir une large part dans l'explication des effets électriques extraordinaires que l'on a obtenus de nos jours par

les appareils magnéto-électriques, électro-magnétiques et surtout électro-dynamiques. Dans ces appareils le travail mécanique est par induction transformé en électricité. Le procédé consiste à obtenir par une dépense de force mécanique qu'une série de décharges induites dans laquelle il n'entre jamais que la partie du courant qui a la plus haute intensité, se succèdent aussi vite que possible.

Quant aux autres résultats, je suis obligé de renvoyer le lecteur au mémoire.

Remarque. — Dans une relation sur l'induction (*Annales de chimie et de phys.*, 1871, p. 508), M. Bertin, en mentionnant mon mémoire dans des termes peu propres à encourager ceux qui auraient pu avoir l'idée de le lire, prétend que mes résultats sont en désaccord avec ceux de M. Blaserna (l. c.), mais il n'a pas remarqué que la disposition adoptée dans mes expériences était tout autre que celle de M. Blaserna et surtout que ma bobine consistait en deux fils enroulés parallèlement, circonstance suffisante selon moi pour expliquer tout ce qui, à un premier coup d'œil paraît en désaccord. Il me semble plutôt que les résultats de M. Blaserna et les miens se complètent mutuellement.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

Societa di Scienze naturali, etc. Société des Sciences naturelles et sociales de Palerme; séance du 18 mai 1872. (*Journal de Sicile* du 25 mai.)

Le 4[me] fascicule des Mémoires des Spectroscopistes Italiens renferme plusieurs nouvelles notices dont voici un bref résumé :

M. le professeur Blaserna a continué ses expériences sur le déplacement des raies spectrales sous l'influence de la température des prismes [1]. Sa conclusion est qu'une variation de 4° C. fait transporter la ligne D_1 à la place occupée par D_2, ou qu'un degré centigrade déplace cette raie d'une petite unité de l'échelle de Kirchhoff.

M. Donati a construit un spectroscope de 25 prismes, ne transmettant à l'observateur que la raie C de Fraunhofer et une petite portion de la région rouge à droite et à gauche de cette raie. Avec cet instrument il a réussi à voir le renversement de la raie C sur le noyau de taches solaires; et il aurait ainsi franchi le premier pas pour la solution du problème d'observer les protubérances sur le disque du Soleil et non plus seulement sur les bords. M. Blaserna s'occupe du même sujet et ne voit pas pourquoi on ne réussirait pas à y parvenir. Des spectroscopes à 50, 70 ou 100 prismes pourraient être construits; mais leur dispersion pourraît être si intense qu'elle annullerait le phénomène. Il propose d'adapter un diaphragme derrière un 1[er] spectroscope ordinaire. Le diaphragme porterait une fente étroite et mobile, capable de laisser voir une raie, C ou D_3 par exemple. Cette fente fonc-

[1] Voyez *Archives*, tome XLI, page 429.

tionnerait comme fente d'un 2me spectroscope très-dispersif. On intercepterait ainsi tous les rayons solaires, sauf ceux qui correspondent à la raie qu'on veut étudier. La lumière solaire serait alors atténuée et on pourrait discerner les protubérances en plein disque. Ses essais n'ont pas abouti; mais d'autres pourront être plus heureux.

Des photographies de l'éclipse de décembre 1871, exécutées par M. Davis, ont remarquablement réussi. Deux d'entre elles faites à intervalles aussi distants que possible et examinées au stéréoscope, font voir la lune très distinctement en relief, superposée à la couronne solaire et à quelque distance en avant. La structure de l'auréole et les rayons qui en émanent sont reproduits très clairement. Ces rayons ou panaches, au lieu d'être rectilignes et normaux au bord du disque sont recourbés et se divisent en deux séries bien distinctes à partir des pôles du Soleil, se repliant à droite et à gauche vers l'équateur solaire. Ils ne paraissent normaux au bord du disque que dans la direction de l'équateur.

Cette inflexion si marquée et symétrique des pôles vers l'équateur peut être produite, par deux causes diverses. Selon le P. Secchi, elle peut dériver de la circulation perpétuelle de la matière atmosphérique du Soleil entre le pôle et l'équateur, qui serait le contre-courant de la matière protubérantielle ou chromosphérique, qui s'incline de l'équateur vers le pôle. La seconde cause peut dériver, suivant M. Tacchini, de la position des planètes au moment de l'éclipse, qui étaient alors réparties en deux groupes à peu près diamétralement opposés l'un à l'autre par rapport au centre du Soleil et vers lesquels les panaches se seraient dirigés.

Pendant le mois de mai 1872, le même astronome a constaté un nombre médiocre de protubérances, mais une proportion extraordinaire de couche chromosphérique renfermant du magnésium. Il a trouvé cette substance le 6 mai sur un arc de 168°, s'étendant du pôle nord aux distances polaires de 50° et de 118° sans interruption. En y ajoutant les régions

détachées où il s'en trouvait aussi, on arrive à un total de 222°, quasi les deux tiers du contour du disque, imprégnés de vapeurs de magnésium. E. G.

R. WOLF. HANDBUCH, etc. MANUEL DE MATHÉMATIQUES, DE PHYSIQUE, GÉODÉSIE ET ASTRONOMIE. (2me volume gr. in-8°. Zurich. 1871 et 1872.) — LE MÊME. MÉLANGES ASTRONOMIQUES (août 1870 à février 1872).

M. le professeur Rodolphe Wolf, directeur de l'observatoire fédéral de Zurich, a continué la publication successive des diverses parties du Manuel scientifique déjà annoncé dans nos *Archives*, en juin 1870 (tome XXXVIII, p. 296). Les deux premières livraisons du second volume sont entièrement relatives à la géodésie et à l'astronomie, et je vais en donner ici une analyse sommaire. Je dirai ensuite quelques mots sur les derniers numéros des *Astronomische Mittheilungen* de M. Wolf.

Le tome II du *Handbuch* commence par une série de six sections, relatives à des *Notions astronomiques préliminaires*, et qui occupent 110 pages.

La première de ces sections (la 33me de l'ouvrage) est une introduction historique, contenant, entre autres, l'énumération successive, par ordre de dates, des principaux auteurs d'ouvrages d'astronomie ancienne et moderne, avec l'indication des dits ouvrages, ainsi que du lieu et de la date de la naissance et de la mort de leurs auteurs.

Les sections suivantes ont pour titres :

Premières mesures et mouvement diurne;

Déterminations dans le plan du méridien ;

Déterminations hors du méridien ;

Étoiles fixes et mobiles;

Détermination du temps.

Au début de la plupart d'entre elles, se trouvent un aperçu historique et un tableau des auteurs et des ouvrages qui y sont

relatifs. On y donne des détails très-complets, accompagnés de figures, sur les principaux instruments d'astronomie et sur les formules trigonométriques qui servent à leur rectification et à la réduction des observations. Ceux du § 341, p. 41, sur l'équation personnelle et l'historique des chromographes sont entre les plus nouveaux. On y expose ensuite les méthodes et les formules relatives à la détermination des hauteurs du pôle, la théorie des divers micromètres, la subdivision du ciel en constellations et l'énumération historique des catalogues et atlas célestes. La théorie des jours sidéral et solaire, celle de l'obliquité de l'écliptique, de la précession des équinoxes et de l'année tropique sont successivement passées en revue, avec les formules qui s'y rapportent. On y trouve quelques détails sur la gnomonique et même sur l'astrologie. La détermination du temps d'après la Lune et le Soleil, les cycles et e calendrier terminent cette première partie.

La seconde partie, qui occupe 103 pages, a pour titre général *la Terre et la Lune*. De même que la première, elle comprend six sections .

La première de ces sections (la 39me de l'ouvrage) est relative à la *géographie mathématique*. Il y est surtout question de la détermination des longitudes terrestres; et l'auteur y donne, comme exemple de l'application des télégraphes à ces mesures, les opérations des astronomes suisses, en 1867, pour obtenir les différences de longitude entre la cime du Righi et les observatoires de Neuchâtel et de Zurich.

La seconde section traite de la *géodésie*. Après un exposé historique détaillé des principales mesures de ce genre, M. Wolf rapporte les formules qui servent à déterminer la figure et les dimensions de la terre, en exposant les résultats obtenus, et énumérant les ouvrages sur cette partie de la science.

Dans la section suivante sur la *chorographie*, il parle des cartes géographiques, et donne la théorie des divers systèmes de projection qu'on y emploie.

La 42me section est relative aux *parallaxes*. L'auteur y présente en détail l'historique de la détermination de la parallaxe de la Lune et des passages de Vénus sur le disque du Soleil, ainsi que les formules qui s'y rapportent, et celles relatives au calcul des longitudes par les distances lunaires.

La section suivante a pour objet la Terre et la Lune envisagées dans leur constitution physique. M. Wolf y passe successivement en revue les résultats des mesures du pendule, les propriétés de l'atmosphère terrestre, la théorie de la réfraction, la variation des climats, celle des températures et du magnétisme terrestre, etc., en joignant toujours l'historique de la science aux expositions théoriques sur chacun de ces points. Les apparences de la Lune et la théorie des marées terminent cette section.

La 44me traite des *éclipses et occultations*, et, à propos des éclipses totales du Soleil, l'auteur parle des protubérances qu'on observe, maintenant, sur le bord de cet astre.

La 3me partie du tome II du *Handbuch* est relative au *système solaire*, et c'est une des plus importantes de l'ouvrage. Après y avoir exposé, dans la 45me section, les systèmes du monde dits de Ptolémée et de Copernic, la théorie de l'aberration de la lumière, les lois de Kepler et la découverte de la gravitation universelle, M. Wolf consacre la section suivante à la *mécanique céleste*. Il commence par donner un aperçu historique des travaux relatifs au problème dit *des trois corps*. Il expose successivement ensuite les formules relatives aux éléments des orbites circulaires, paraboliques et elliptiques, à la détermination des masses et à l'équation du temps. Il passe de là à la théorie des perturbations planétaires ; il rapporte les formules de Lagrange, fondées sur la variation des constantes arbitraires, pour déterminer les inégalités périodiques et séculaires du mouvement elliptique, et il en fait aussi l'application à la théorie des mouvements de la Lune. Il rapporte de même les formules théoriques de la précession des équinoxes et de la nutation de l'axe terrestre. La section

est terminée par l'énumération historique des tables de la Lune et des planètes, et des éphémérides astronomiques.

La 47me section a pour objet *le Soleil*, considéré dans ses apparences physiques. C'est la partie de l'astronomie dont M. Wolf s'est spécialement occupé ; les détails historiques et descriptifs qu'il donne sur les taches du Soleil, sur leur période de variation et sur la connexion de cette période avec celle observée dans le magnétisme terrestre et dans les aurores polaires, offrent un intérêt particulier.

La 48me section est relative aux apparences physiques des planètes, des satellites et des anneaux. C'est la dernière de la seconde livraison du second volume de l'ouvrage. La troisième, qui le complétera, sera probablement consacrée aux comètes, aux étoiles filantes et à l'astronomie sidérale.

Les détails précédents sur la partie astronomique et géodésique du *Handbuch* de M. Wolf, quoique très-sommaires et souvent incomplets, me semblent suffisants pour montrer combien cet ouvrage présente un précieux répertoire de formules et de renseignements historiques et biographiques. Son impression, due aux presses de M. Frédéric Schulthess de Zurich, est fort soignée; le *Manuel*, considéré dans son ensemble, est le résultat d'un très grand travail, et l'auteur rend par sa publication un vrai service aux personnes qui cultivent les sciences physiques et mathématiques.

Je désire dire aussi quelques mots sur les quatre derniers numéros (XVI-XIX) des *Astronomische Mittheilungen*, ou Mélanges astronomiques, publiés par M. Wolf d'août 1870 à février 1872.

La plus grande partie de ces fascicules périodiques continue à être consacrée aux observations de taches du Soleil, qui se poursuivent journellement, soit à Zurich, soit à Dessau, à Leipsic, à Peckeloh, à Kew, et à Athènes. M. Wolf en a déduit pour l'époque des deux derniers *maxima* de taches 1860,2 et 1870,9; et le *minimum* intermédiaire a eu lieu en 1867,2.

La période moyenne correspondante aux retours consécutifs des *minima*, à partir de celui qui a eu lieu en 1610,8, est de 11 ans, 114; et celle des *maxima*, à partir de celui de 1615,5 est de 11 ans. 06. Mais il y a eu, dans l'intervalle, de grandes différences de durée de période, comprises entre 15 ans (de 1619 à 1634), et 7 ans (de 1829 à 1837). M. Wolf continue à recueillir avec soin toutes les anciennes observations de taches, afin de parvenir à des résultats de plus en plus exacts, et ses fascicules contiennent de très-nombreux documents de ce genre. Le décroissement graduel du nombre des taches a lieu plus lentement que leur accroissement. La durée moyenne de la période se rapprochant beaucoup de celle de la révolution de la planète Jupiter, cela a donné lieu à penser que cette grande planète exerçait une influence considérable sur ce phénomène; et les recherches de MM. Wolf, Fritz, Schmidt, de la Rue, etc., ont fait voir que Saturne, Vénus et la Terre y jouaient aussi leur rôle.

M. Fritz a publié à Zurich, en septembre 1870, un intéressant mémoire sur les taches du Soleil, les aurores polaires et le magnétisme terrestre, dont M. Wolf a donné un extrait dans le n° 27 de ses *Mittheilungen*. Il y confirme les résultats obtenus par ce dernier, et y montre. entre autres, qu'outre la période de 11 $^1/_9$ ans, les taches du Soleil et les aurores polaires en ont une plus longue d'environ 55 ans.

M. le professeur Elias Loomis, de New-York, a aussi publié, en septembre 1870, dans le journal scientifique Américain de Silliman et Dana, un mémoire sur le même sujet, dont M. le professeur de la Rive a donné un extrait dans le *Bulletin* d'avril 1871 de nos *Archives*. M. Wolf, qui s'en occupe dans le n° 28 de ses *Mittheilungen*, réussit, ce me semble, à prouver que la valeur moyenne, d'environ onze ans, qu'il a obtenue depuis longtemps pour la période des taches, d'après l'ensemble des observations faites depuis l'époque de leur découverte, est plus exacte que celle de dix ans adoptée par M. Loomis.

Passant, maintenant, aux autres sujets traités dans les derniers numéros des *Mittheilungen*, je dois d'abord mentionner le compte rendu donné par M. Wolf, dans le n° 26, de nouvelles recherches assez étendues, faites par lui et par son adjoint M. Weilenmann, sur ce qu'on nomme l'*équation personnelle* dans l'observation de l'instant des passages d'étoiles dans la lunette d'un cercle-méridien, à l'occasion d'une discordance de ce genre qui s'était présentée entre MM. Hirsch et lui. J'ai déjà exposé ce sujet dans ma notice de juin 1870, citée plus haut, et j'ai indiqué l'heureuse explication donnée par M. Wolf de l'anomalie en question, en l'attribuant à un ajustement imparfait de l'oculaire de la lunette à la vue de l'observateur, ainsi qu'à des changements de direction de l'éclairage, des fils du réticule. M. Hirsch et son adjoint M. Schmidt ont fait, de leur côté à Neuchâtel, beaucoup d'expériences comparatives variées, rapportées par M. Wolf, sur ce sujet délicat et intéressant.

Le dernier numéro des *Mittheilungen* contient d'abord un rapprochement, fait par M. Wolf, de diverses déterminations de la longitude de l'observatoire de Zurich, déduite, par voie télégraphique et géodésique, de celles de Neuchâtel, de Genève, Strasbourg, Milan et Berne. La moyenne de ces valeurs, assez concordantes entre elles, donne pour cette longitude en temps à l'Est de Paris : $24^m\ 51^s,589 \pm 0^s,177$.

L'auteur expose ensuite les résultats d'excursions qu'il a faites, dans l'automme de 1871, en divers points de la Suisse, avec deux baromètres, l'un de Geissler, portatif à *Siphon*, l'autre *Anéroïde*, construit par Goldschmidt de Zurich ; les résultats comparatifs semblent favorables à l'emploi de cette dernière espèce de baromètre pour des déterminations exactes. M. Wolf a dirigé ses excursions de manière à pouvoir contrôler l'état actuel des instruments météorologiques dans une partie des stations du réseau Suisse, et son adjoint M. Weilenmann a exercé la même inspection sur quelques autres stations. La publication de ces observations, faites en 68 stations, continue

à avoir lieu par cahiers mensuels in-4°, au Bureau central à l'observatoire de Zurich, sous la direction de M. Wolf, et l'année actuelle est la 8me de l'entreprise.

La plus grande partie du n° 29 des *Mittheilungen* est consacrée à un savant mémoire de physique mathématique, par M. Weilenmann, sur les relations entre l'état du baromètre, la température et la hauteur de l'atmosphère terrestre. Il occupe 49 pages et je ne puis en faire l'analyse ici. L'auteur y traite occasionnellement la question de l'origine du vent chaud qui porte le nom de *Fœhn* en Suisse, et il expose les motifs qui lui font penser que ce vent provient plutôt du courant du *Gulf-Sream*, dans l'Océan atlantique, que du désert du Sahara.

M. Wolf continue à insérer dans les feuilles trimestrielles de la Société de physique de Zurich des extraits de correspondances scientifiques. Les dernières qu'il ait publiées sont des lettres du baron de Zach, qui sont intéressantes et souvent assez piquantes. On doit aussi à M. Wolf de courtes notices biographiques, publiées occasionnellement, sur sir William Herschel, sur Jean Kepler et Jost Bürgi, ainsi qu'un article sur l'invention des lunettes et ses conséquences pour l'astronomie. Je me borne à ces simples indications, qui servent à constater de plus en plus l'activité laborieuse de M. Wolf.

A. G.

PHYSIQUE.

M.-G. Gore. Troisième mémoire sur le fluorure d'argent. (*Proceedings of the Royal Society*, tome XX, n° 131.)

L'auteur commence par démontrer que l'action de l'iode, sous l'influence de la chaleur, n'amène pas de dégagement de fluor libre, mais donne lieu à la formation de fluorure d'iode et d'iodure d'argent; un sel double, composé d'iodure d'argent et de fluorure de platine, étant produit simultanément

par suite de la corrosion des vases de platine employés, pour peu que la température se rapproche de la chaleur rouge.

Le fluorure d'iode se présente sous la forme d'un liquide incolore, excessivement volatil, sans action sur le mercure ou sur le platine chauffé au rouge, mais attaquant le verre à la température de 15° C. et les cristaux de silicon à la chaleur rouge. Il noircit à l'instant même le bois de saqin et est décomposé par l'action de l'eau en acides hydrofluorique et iodique, avec dégagement abondant de vapeurs, conformément à l'équation suivante $IF_5 + 3\,H_2O = 5\,HF + HIO_3$. Le fluorure dissout l'iode et est absorbé par cette substance. Il est aussi absorbé par le fluorure ou l'iodure d'argent, lorsqu'on laisse refroidir ces substances dans sa vapeur, mais il en est expulsé à la chaleur rouge. La vapeur du fluorure d'iode noircit rapidement le bois de sapin et finit par communiquer au paraffin une teinte brunâtre.

On n'aperçoit pas d'action chimique en chauffant au rouge le fluorure d'argent avec du carbone pur. Lorsqu'on chauffe ce sel au rouge dans un courant du gaz d'éclairage, il se réduit en entier en argent métallique, avec dégagement d'acide hydrofluorique et de tetrafluorure de carbone. Il ne se dissout pas et ne subit aucun changement dans le cyanogène liquide, mais il est réduit à l'état métallique par l'action d'un courant de cyanogène sec à la température rouge matte, avec dégagement d'azote et de tetrafluorure de carbone, ou bien de fluorure de cyanogène. Une solution aqueuse de fluorure d'argent a été précipitée à la suite de l'action prolongée d'un courant de cyanogène. Ce sel se laisse aussi décomposer en le fondant avec le paracyanogène.

Le fluorure d'argent ne se dissout pas, et ne subit aucune modification chimique, lorsqu'on le plonge dans l'acide hydrocyanique anhydre liquéfié ; mais si l'on fait passer de la vapeur de l'acide sec sur le fluorure chauffé au rouge, ce sel se décompose avec dégagement d'argent à l'état métallique. De l'acide hydrocyanique aqueux précipite rapidement une solution du fluorure d'argent.

Le fluorure d'argent ne se décompose pas en le chauffant au rouge dans l'oxyde de carbone ou le gaz acide carbonique, mais lorsqu'on fait passer pendant quelque temps un mélange de ces deux gaz à travers une solution aqueuse du sel, il se produit un précipité brun, soluble dans l'acide hydrosulfurique aqueux. Lorsqu'on fond le fluorure dans un courant de terchlorure de carbone à l'état de vapeur, il se convertit en entier en chlorure d'argent, avec corrosion évidente des vases employés, et formation d'un sel double insoluble de platine et d'argent. Des résultats analogues ont été obtenus en employant le tetrachlorure de carbone; mais le fluorure reste insoluble et ne subit aucun changement dans le tetrachlorure de carbone liquide à la température de 15°. Le terchlorure de carbone de même que le tetrachlorure restent sans action chimique sur une solution aqueuse du sel en question. Une solution de brôme ou d'iode dans le tetrachlorure de carbone est promptement décolorée en l'agitant avec de petites parcelles de fluorure d'argent.

Des cristaux de bore ne décomposent pas le fluorure d'argent à la température rouge matte et restent sans action chimique, à la température de 15°, sur une solution aqueuse de ce sel renfermant de l'acide hydrofluorique ou nitrique libre. L'acide boracique vitrifié décompose rapidement le fluorure d'argent à l'état de fusion, avec dégagement abondant de vapeurs blanches acides, mais il reste sans action sur une solution aqueuse de ce sel à la température de 15°.

Si l'on pose des cristaux de silicon sur du fluorure d'argent fondu, ils se chauffent aussitôt au rouge et subissent une combustion rapide avec dégagement de fluorure de silicon.

Un fragment de silicon fondu décompose lentement une solution aqueuse de fluorure, avec formation de cristaux d'argent métallique. Il en est de même en employant des cristaux d'argent; seulement, dans ce cas, la décomposition est beaucoup plus rapide et accompagnée d'un dégagement abondant de gaz lorsque la solution renferme de l'acide hydrofluorique

libre. En ajoutant de l'acide nitrique au mélange ci-dessous, on voit se dégager des bulles de *silicide* d'hydrogène qui s'enflamment spontanément à mesure qu'elles se produisent. Si l'on ajoute au fluorure d'argent à la température rouge matte de la silice pure ou précipitée à l'état sec, il se produit aussitôt une forte action chimique, avec dégagement de chaleur et précipitation d'argent à l'état métallique.

Le fluorure à l'état de fusion est décomposé rapidement par le soufre, avec dégagement de chaleur et formation de fluorure de soufre et de sulfure d'argent. Ce fluorure de soufre se présente sous la forme d'une vapeur lourde, incolore, ne se condensant pas à la température de zéro à la pression ordinaire de l'atmosphère. Il attaque le verre, répand des fumées épaisses à l'air et a une odeur très-caractérisée de poussière rappelant l'odeur émise par un mélange de chlorure de soufre et d'anhydride sulfureux. Le soufre décompose rapidement une solution aqueuse de fluorure d'argent.

En faisant passer de la vapeur de chlorure de soufre liquide par dessus du fluorure d'argent fondu, à la température rouge matte, on a remarqué une forte action chimique avec dégagement d'une vapeur ayant une odeur marquée de poussière. Cette vapeur qui attaque fortement le verre, mais ne se condense pas en un liquide, est très-probablement du fluorure de soufre. Le résidu salin consistait en chlorure et sulfure d'argent. Une solution de fluorure d'argent a été décomposée en l'agitant avec du fluorure de soufre liquide, avec dégagement d'acide hydrofluorique et formation de chlorure et de sulfure d'argent.

Le fluorure d'argent ne se dissout pas dans le bisulfure de carbone. En faisant passer de la vapeur de bisulfure sur le sel d'argent à la température de la chaleur rouge, une forte action s'est aussitôt manifestée, avec dégagement de fumées d'une vapeur acide, répondant à l'équation suivante : $4AgF + CS_2 = 2Ag_2S + CF_4$. Une solution de brome ou d'iode dans le bisulfure de carbone s'est rapidement décolorée en

l'agitant avec de petites parcelles de fluorure d'argent, et le liquide a acquis aussitôt l'odeur propre au tetrafluorure de carbone.

Ch. Tomlinson. Sur l'action d'une basse température sur des solutions sursaturées de sel de Glauber. (*Proceedings of the Royal Society*, tome XX, n° 131.)

Lorsqu'après avoir fait bouillir une solution de sulfate de soude hydraté à dix atomes, saturée à environ 34° C., son point maximum de solubilité, on la filtre dans un ballon parfaitement propre, et qu'ensuite après avoir bouché ce ballon, on laisse refroidir la solution jusqu'à 4°,5 ou au-dessous, on voit se déposer au fond du ballon un hydrate modifié à sept atomes dont la quantité augmente à mesure que la température s'abaisse, et diminue au contraire lorsqu'elle s'élève. Il n'en est pas de même si, au lieu d'agir à des températures atmosphériques ordinaires, on refroidit la solution sursaturée du sel de Glauber en le plongeant dans un mélange réfrigérent de neige et de sel. L'auteur est arrivé à ce sujet à des résultats curieux et qui méritent d'être cités.

Une solution composée de parties égales de sel de Glauber et d'eau, après avoir été d'abord portée à l'ébullition, a été filtrée dans un ballon rendu chimiquement propre au moyen d'un lavage à l'acide nitrique, puis rincé à grande eau. Un thermomètre dont la tige était entourée de plusieurs mèches de coton passait à travers l'encolure de ce ballon, et pouvait au besoin servir à le boucher lorsqu'après avoir fait bouillir la solution qu'il renfermait, on l'éloignait de la source de chaleur.

Après avoir fait de nouveau bouillir la solution dans le ballon qu'on vient de décrire, on l'a laissé se refroidir à l'air pendant le reste du jour. Le lendemain matin le ballon a été introduit dans un mélange réfrigérent à —9°,5. La solution s'est refroidie lentement et arrivée à —7°,2 a laissé déposer

en abondance des cristaux d'un blanc opaque, très-différents des octaèdres transparents qui se déposent à la température de 4°,5 et au-dessous, mais ressemblant beaucoup aux cristaux octaèdres en forme de touffes de fougère qui se produisent pendant le refroidissement d'une solution concentrée de sel ammoniaque. Le thermomètre est monté pendant la formation de ces cristaux à —3°,3. Le ballon ayant été transporté alors dans l'eau à 9°, on a vu aussitôt les cristaux se transformer en une masse laineuse amorphe. Déjà, lorsque la température du ballon avait atteint 4°,5, les cristaux octaèdres transparents propres au sel anhydre avaient commencé à se déposer. Le jour suivant on a débouché le ballon; aussitôt, la cristallisation ordinaire du sel a commencé à avoir lieu à la surface, et la température a monté de 6°,5 à 18°,3. Voilà donc un hydrate de plus à ajouter à ceux déjà connus pour appartenir à ce sel déjà si remarquable sous ce rapport. Il contient évidemment moins d'eau que l'hydrate à sept atomes, mais l'auteur ne connaît aucun moyen pour déterminer le degré d'hydratation, attendu que son existence dépend d'un fort abaissement de température accompagné d'une absence complète de noyaux.

On a rendu ensuite la solution deux fois plus concentrée en dissolvant deux parties du sel de Glauber dans une partie d'eau; puis, après l'avoir portée à l'ébullition, on l'a filtrée dans un ballon, comme précédemment. Après une nouvelle ébullition dans ce ballon, on a laissé la solution se refroidir graduellement. Arrivé à 5°,5, le ballon a été introduit dans un mélange réfrigérent. A la température de 3°,3 on a vu se précipiter un petit nombre d'octaèdres transparents, et le refroidissement s'est aussitôt rallenti par suite de la chaleur dégagée. Il a fallu quatorze minutes pour que le thermomètre descendît à —3°,3, et les cristaux transparents sont alors devenus d'un blanc opaque. Le thermomètre, après être resté stationnaire pendant quelques minutes à —3°,3, a recommencé à baisser. En agitant alors fortement le ballon dans le mé-

lange réfrigérent, on a vu se déposer des cristaux d'un blanc opaque, semblables à du blanc de plomb récemment formé, et le thermomètre est remonté à —3°,3, la portion supérieure de la solution étant restée transparente et toujours sursaturée. Au bout de quelques minutes des cristaux ont paru à la surface et le thermomètre est remonté graduellement de —3°,3 à 11°,6, température à laquelle la solution tout entière s'est trouvée prise en une masse solide. Il est à remarquer que quelque basse que soit la température à laquelle les cristaux opaques commencent à devenir visibles, le thermomètre, au moment de leur formation, remonte constamment à —3°,3, et cela quel que soit le degré de concentration de la solution. En agitant fortement le ballon dans le mélange réfrigérent, le sel opaque devient quelquefois amorphe et donne à la surface du liquide l'aspect de crême de chaux.

L'auteur a fait bouillir de nouveau la même solution (2 parties de sel et 1 partie d'eau) sans y ajouter de l'eau, ce qui l'a rendue réellement plus concentrée qu'auparavant. Il l'a laissée ensuite se refroidir. Arrivée à la température de 4°,4, il y a eu précipitation de cristaux transparents anhydres. A dater de ce moment, le refroidissement a été rallenti à tel point qu'il fallut l'espace de demi-heure pour que le thermomètre descendît à 2°,8. A cette température la quantité de sel anhydre avait notablement augmenté. Non-seulement il recouvrait le fond du ballon, mais il remontait jusqu'à un certain point contre les parois latérales. Le ballon, ayant été alors transporté dans un mélange de neige et de sel à —12°,2, on a remarqué que, parvenu à la température de 0°,5, le sel anhydre est devenu opaque, sans doute par suite de la fixation d'une quantité d'eau moindre que celle requise pour la formation du sel à sept atomes. A —4°,4, il y a eu commencement de formation de cristaux opaques en forme de touffes de fougère. A —5°,5, ces cristaux se sont déposés subitement en très-grande abondance; aussitôt le thermomètre est remonté à —3°,3, puis subitement à 11°, la solution entière étant devenue solide.

On admet ordinairement que la quantité de chaleur développée par la solidification d'une solution sursaturée est en raison de sa masse. Les résultats obtenus par M. Tomlinson semblent indiquer qu'il n'en est pas toujours ainsi. Il a remarqué, en effet, qu'une demi-once seulement d'une solution comparativement faible, composée de parties égales de sel et d'eau, peut dégager en se solidifiant subitement jusqu'à 20° de chaleur, et qu'avec une solution beaucoup plus concentrée (2 ou 3 parties de sel avec *une* d'eau), ce dégagement de chaleur n'est guère plus considérable, surtout s'il y a déjà eu formation des deux hydrates anormaux, et qu'il ne reste plus qu'une faible quantité de la solution à l'état liquide.

L'auteur est arrivé à des résultats à peu près semblables en opérant sur une solution plus concentrée, composée de trois parties de sel de Glauber sur une partie d'eau. Il a aussi constaté que des solutions sursaturées d'alun à base de potasse se conduisent à peu près de la même manière que les solutions des sels doubles déjà décrits.

H. F. WEBER. CHALEUR SPÉCIFIQUE DU CARBONE. (*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin*, 1872, p. 303.)

Un grand nombre de physiciens se sont occupés de la détermination de la chaleur spécifique du carbone. Si leurs expériences s'accordent en général pour établir que cette chaleur spécifique varie considérablement suivant les divers états moléculaires de cet élément (diamant, graphite, etc.), elles présentent au contraire pour un même état de ce corps des discordances qui ne peuvent guère être entièrement expliquées par un défaut de pureté des matières employées ou par la différence des méthodes.

M. Weber ayant réuni dans un même tableau les résultats de toutes les observations antérieures, fait ressortir de cette comparaison un résultat important, savoir que pour chaque variété de carbone, les chaleurs spécifiques déterminées par

les divers expérimentateurs ont toujours été d'autant plus fortes qu'elles étaient observées entre des limites de température plus élevées. Il était naturel de conclure de là que la chaleur spécifique du carbone, sous toutes ses modifications, augmente rapidement à mesure que la température s'élève. Des expériences instituées dans le but de vérifier cette présomption l'ont entièrement confirmée : *La chaleur spécifique du carbone croît avec la température, et cela dans des proportions qui n'ont été observées pour aucune autre substance ; celle du diamant, en particulier, est triplée quand la température passe de 0 à 200°.*

Les expériences ont été faites au moyen du calorimètre à glace de Bunsen. L'auteur a comparé d'abord les chaleurs spécifiques de deux diamants du poids de 447 et 634 milligrammes ; leur chaleur spécifique moyenne entre 0 et 100° a été trouvée de 0,1434 pour l'un et 0,1439 pour l'autre, nombres suffisamment concordants pour qu'ils aient pu être réunis pour les expériences ultérieures.

Trente-trois déterminations ont été faites, donnant les chaleurs spécifiques moyennes entre 0° et douze températures différentes s'élevant jusqu'à 200 degrés. L'ensemble de ces observations conduit à représenter la chaleur spécifique moyenne entre 0 et $t°$ par la formule :

$$c_{0-t} = 0.0947 + 0,000497\,t - 0,00000012\,t^2$$

d'où l'on déduit pour la chaleur spécifique vraie à une température déterminée, c'est-à-dire pour la quantité de chaleur nécessaire pour échauffer le diamant de $t°$ à $t + 1°$.

$$\gamma_t = 0,0947 + 0,000994\,t - 0,00000036\,t^2.$$

On trouve ainsi pour la chaleur spécifique :

à 0°	0,0947
à 50°	0,1435
à 100°	0,1905
à 150°	0,2357
à 200°	0,2791

L'auteur n'a pas encore pu, manque de neige, étendre ses expériences aux autres modifications du carbone. Deux expériences seulement ont été faites sur le graphite naturel et ont donné pour sa chaleur spécifique moyenne :

de 0 à 34°. 0,1439
de 0 à 100°. 0,1967

résultats qui prouvent suffisamment que, dans ce cas aussi, la chaleur spécifique croît rapidement avec la température.

Ces observations expliquent bien pourquoi la chaleur spécifique du carbone est si peu d'accord avec la loi de Dulong et Petit. Si l'on supposait que la formule établie pour exprimer la chaleur spécifique du diamant entre 0 et 200° fût encore valable pour des températures beaucoup plus élevées, ce qui sans doute ne serait pas tout à fait exact, on peut calculer qu'à 525° environ, cette chaleur spécifique atteindrait le chiffre de 0,52 qui, pour le poids atomique 12 admis pour le carbone, serait parfaitement conforme à la loi de Dulong et Petit. Or il n'y aurait rien d'étonnant, vu le point de fusion si élevé et encore même inconnu du carbone, à ce que l'on dût le porter à cette température pour le mettre dans des conditions plus comparables à celles dans lesquelles on étudie les autres corps solides.

Toutefois, bien loin de considérer ses expériences comme donnant une nouvelle confirmation de la généralité de la loi de Dulong et Petit, l'auteur est plutôt disposé à en conclure que cette loi doit être rejetée ; car, dit-il, elle perd toute valeur physique et chimique dès que sa réalisation dépend essentiellement de la température.

Cet arrêt de proscription ne nous semble pas justifié. Depuis le grand travail de M. Regnault, il est reconnu que l'égalité des chaleurs atomiques ne constitue pas une loi absolue, mais bien une limite à laquelle on arriverait sans doute si l'on pouvait étudier tous les corps dans des conditions physiques identiques, tenir compte de la chaleur employée à produire leur dilatation et tout autre travail intérieur, et

enfin déterminer leur chaleur spécifique à des températures différentes pour les divers corps, mais en rapport avec leurs propriétés physiques. Ces restrictions ont été très-nettement établies par M. Regnault[1].

Seulement il pouvait sembler jusqu'à présent que l'influence de ces circonstances secondaires n'était pas suffisante pour expliquer des discordances aussi absolues que celles que l'on rencontre pour quelques éléments, en très-petit nombre il est vrai, et particulièrement pour le carbone. On pouvait craindre dès lors que ces corps n'échappassent d'une manière absolue à la loi générale. Or les observations très-importantes de M. Weber viennent justement écarter cette objection. Elles montrent, en effet, que ces corps sont précisément ceux pour lesquels l'influence de la température pour laquelle la chaleur spécifique est déterminée, est la plus considérable, et que cette cause suffit parfaitement pour expliquer l'anomalie qu'ils présentent.

Quant à la grande majorité des autres éléments, et particulièrement pour tous les métaux qui, en raison d'une constitution moléculaire plus semblable, suivent d'une manière beaucoup plus approchée la loi de Dulong et Petit, il est impossible de ne pas considérer cette loi comme établissant, en dehors de toutes les influences physiques secondaires, la relation fondamentale qui existe entre la chaleur spécifique des corps et leur poids atomique. L'importance des services que cette loi a rendus à la Chimie, et des modifications

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 3me série, tome LXXIII, p. 66. Citons particulièrement ce passage : « L'augmentation de la chaleur spécifique avec la température suffirait seule pour démontrer la nécessité de choisir pour chaque substance un point de départ en rapport avec un de ses caractères spécifiques ; puisqu'il n'y a aucune raison pour que cette augmentation, qui probablement est soumise à une certaine loi, mette en évidence cette loi quand on l'estime, pour chaque corps, à partir d'une valeur numérique qui certainement n'occupe pas pour tous la même position sur la courbe qui exprime cette loi en fonction de la température. »

qu'elle a introduites dans la détermination des poids atomiques et qui ont toujours été justifiées plus tard par d'autres considérations, est trop bien établie pour que les chimistes cessent de la considérer comme un de leurs guides les plus sûrs. C. M.

A. Kundt. Sur la dispersion anomale, 4me mémoire[1]. (*Pogg. Ann.*, tome CXLV, p. 67.)

Le nouveau mémoire de M. Kundt est consacré à l'étude exacte de la marche que suit la dispersion anomale de quelques subtances à couleurs superficielles. Jusqu'ici l'auteur s'était borné à constater le phénomène d'une manière générale pour un certain nombre de substances en dissolution ou solides et à rechercher le lien qui existe entre le pouvoir dispersif de ces substances et leur pouvoir absorbant; mais l'on ne possédait pas d'autres mesures précises que celles que M. Christiansen a obtenues avec des dissolutions de fuchsine. M. Kundt s'est appliqué dans ce dernier travail à déterminer avec toute l'exactitude possible les indices de réfraction que les dissolutions de cyanine, de fuchsine et d'hypermanganate de potasse présentent pour un certain nombre de radiations simples de longueurs d'onde différentes.

En observant avec une lunette le spectre fourni par un prisme creux plein de l'une ou l'autre de ces dissolutions, on ne parvient pas à voir toutes les principales lignes de Fraunhofer pour lesquelles il s'agit de déterminer l'indice de réfraction, à moins toutefois qu'on n'emploie des verres rouges ou bleus, de manière à séparer les couleurs superposées par la dispersion anomale.

Mieux vaut, comme l'a fait M. Christiansen, faire tomber sur la fente du spectroscope de la lumière homogène ou, comme l'a fait M. Kundt, faire usage de la méthode des pris-

[1] Pour les trois mémoires antérieurs, voyez *Archives*, 1871, t. XL, p. 188; t. XLI, p. 317; t. XLII, p. 386.

mes croisés décrite dans son second mémoire[1]. La disposition employée ici était la suivante : La fente du gognomètre était horizontale ; devant l'objectif de la lunette de cet instrument était disposé un prisme de flint d'un angle de 25°, à arêtes horizontales, fixé invariablement à cette lunette qui pouvait se mouvoir dans un plan vertical de manière à modifier son inclinaison sur le limbe du spectroscope et à viser successivement les différentes portions du spectre vertical fourni par ce premier prisme. Un cheveu un peu gros était tendu au milieu de la fente et produisait une raie noire verticale au milieu du spectre vertical. Après avoir amené le fil horizontal du réticule de la lunette en coïncidence avec la raie de Fraunhofer, pour laquelle on voulait mesurer l'indice de réfraction, et le fil vertical sur le milieu de la raie verticale produite par le cheveu au milieu du spectre, puis avoir lu la division correspondante, on plaçait le prisme vertical creux plein de la substance à dispersion anomale sur le limbe du spectroscope. Ce prisme étant mis, dans la position du minimum de la déviation, on tournait le système de la lunette et du prisme horizontal jusqu'à ce que le milieu de la raie noire produite par le cheveu dans le spectre, oblique cette fois, donné par l'ensemble des deux prismes fût venu à coïncider exactement avec le fil vertical de la lunette, puis on lisait de nouveau au limbe et la différence des deux lectures donnait la déviation que la ligne de Fraunhofer subit sous l'action de la substance étudiée. Pour plus d'exactitude M. Kundt mesurait cette déviation dans un sens, puis tournant le prisme creux, la mesurait dans l'autre sens et prenait la moitié. Enfin comme contrôle de sa méthode, l'auteur a déterminé l'indice de réfraction d'un certain nombre de raies par la méthode directe.

L'alcool employé comme dissolvant pour la cyanine et la fuchsine avait un poids spécifique de 0,822 à 15° C. et donna dans un prisme creux de 45° les indices de réfraction suivants pour les différentes raies de Fraunhofer.

[1] Voyez *Archives*, 1871, tome XLI, page 317.

a	1,3636
B	1,3642
D	1.3649
D	1.3667
E	1,3692
b	1,3696
F	1,3712
G	1,3750

Cela étant, voici les résultats obtenus pour les substances étudiées.

Cyanine. On a soumis à l'expérience deux dissolutions : l'une renfermant 1,22 °/₀ de cyanine, l'autre concentrée.

	Première dissolution.		Seconde dissolution.	
	n	Δn	n	Δn
A	1,3666	—	1,3732	—
a	1,3678	+42	1,3756	+120
B	1,3691	+49	1,3781	+139
C	1,3714	+65	1,3831	+182
E	* 1,3666	—26	* 1,3658	— 34
b	* 1,3675	—21	—	—
F	1,3713	+ 1	1,3705	— 7
G	1,3757	+ 7	1,3779	+ 29
H	1,3793	—	1,3821	—

Les chiffres marqués d'un * se rapportent à des lignes de Fraunhofer qui n'avaient pas une netteté parfaite, et présentent une incertitude pouvant s'étendre à une ou deux unités de la quatrième décimale, Δn désigne la différence entre l'indice de la dissolution et celui du dissolvant.

Ce tableau montre nettement la relation existant entre l'absorption et la réfraction, les radiations comprises entre E et C sont complétement absorbées.

La méthode directe donna :

	Première dissolution.	Seconde dissolution.
	n	n
A	1,3664	1,3732
a	1,3678	1,3754
B	1,3690	1,3779
G	1,3755	1,3775
H	—	1,3819

Fuchsine. Une dissolution qui n'était pas absolument concentrée donna :

	Méthode des prismes creux.		Méthode directe.
	n	Δn	n
A	1,3818	—	—
a	1,3845	+209	—
B	1,3873	+231	1,3898
C	1,3918	+269	1,3939
D	* 1,3982	+315	—
Bleu extrême non absorbé environ F	1,3613	— 82	—
G	1,3668	—	—
H	1,3759	—	1,3783

Hypermanganate de potasse. Une dissolution dans l'eau qui n'était pas absolument concentrée donna :

	n	Δn
A	1,3377	—
a	1,3386	—
B	1,3397	+ 88
C	1,3408	+ 91
D	1,3442	+106
Bord vert de la bande d'absorption	1,3452	—
Bord bleu de la bande d'absorption	1,3420	—
G	1,3477	+ 64
H	1,3521	+ 79

Δn désigne les différences d'avec l'eau à 15° C. La méthode directe donna pour A, $n = 1{,}3378$, pour G, $n = 1{,}3476$.

L'anomalie de dispersion est la plus marquée pour la substance sur laquelle M. Christiansen l'a observée la première fois, savoir la fuchsine. Ce physicien, ayant mesuré les indices de réfraction de quatre dissolutions alcooliques de fuchsine pour différentes raies de Fraunhofer[1], était arrivé à des résultats notablement différents de ceux de M. Kundt ; il avait obtenu, en effet :

[1] *Poggend. Ann.*, 1871, tome CXLIII, p. 250.

	I.	II.	III.	IV.
B	n=1,450	1,426	—	1,384
C	1,502	1,493	1,456	—
D	1,561	1,548	1,502	1,419
F	1,312	1,344	1,372	1,373
G	1,285	1,322	1,354	1,367
H	1,312	1,344	1,372	1,373

C'est-à-dire pour B, C, D des indices sensiblement plus forts que ceux trouvés par M. Kundt, pour G et H, au contraire, des indices plus faibles. L'auteur explique cette divergence en admettant que la fuchsine qu'il a employée n'avait probablement pas la même composition chimique que celle qu'a étudiée M. Christiansen.

Les deux séries d'observations s'accordent à confirmer le rapport que M. Kundt a trouvé précédemment entre la réfraction et l'absorption, car la fuchsine absorbe les radiations comprises entre D et F. Enfin M. Kundt a reconnu que la fuchsine présente deux maxima d'absorption et non un seul comme l'avaient admis les précédents expérimentateurs. Ses expériences ne lui permettent point encore de décider si la loi par lui énoncée s'applique à chacune de ces deux bandes d'absorption de la fuchsine, et si l'indice de réfraction varie d'une manière continue d'un bord à l'autre d'une bande d'absorption ou s'il subit un saut brusque, ou bien encore si dans cet intervalle il n'a aucune valeur déterminée. E. S.

CHIMIE.

L. Gruner. Mémoire sur le dédoublement de l'oxyde de carbone sous l'action combinée du fer métallique et des oxydes de ce métal. (*Académie des Sciences de Paris. Mémoires des savants étrangers*, tome XXII, 1872.)

En 1869 un maître de forges anglais, M. Lowthian Bell, dans le but de se rendre compte des réactions qui se passent dans les hauts-fourneaux, fit des expériences sur l'action réductrice exercée par l'oxyde de carbone sur les minerais de

fer à une température peu élevée, et constata que la décomposition de ce gaz est accompagnée d'un dépôt analogue par son apparence au noir de fumée.

Ces faits attirèrent l'attention de M. Grüner, le savant professeur de métallurgie de l'École des Mines de Paris, et il entreprit, pour les étudier, une longue suite d'expériences dont nous allons indiquer les résultats. Il opérait toujours à une température comprise entre les points de fusion du plomb et du zinc, c'est-à-dire inférieure au rouge sombre. Le minerai était contenu dans une nacelle de platine ou de porcelaine placée dans un tube de verre de Bohême que l'on chauffait au moyen d'un appareil à gaz.

a) Le minerai soumis à l'action d'un courant d'oxyde de carbone se réduit progressivement, en augmentant de volume et en se chargeant d'un dépôt de carbone, d'apparence floconneuse et très-magnétique. Tous les minerais, fers oxydés, oxydulés et spathiques, donnent lieu au même résultat. L'action est la même aussi bien avec l'oxyde de carbone absolument pur, que lorsqu'il est mélangé d'azote, ou que lorsqu'on n'a pas pris les précautions nécessaires pour le débarrasser complétement d'hydrogène.

Le minerai (en admettant qu'il s'agisse d'un peroxyde) se transforme en un mélange d'oxyde magnétique, d'oxydes inférieurs et de fer métallique. A mesure que l'action se prolonge, la réduction progresse et la proportion de fer métallique augmente considérablement. Cependant on ne peut pas aller jusqu'au bout : lorsque la réduction est près d'être complète elle s'arrête et le dépôt de carbone floconneux s'arrête également.

b) Si l'on remplace le minerai par du fer métallique (spirale en fil de carde) et si l'on emploie de l'oxyde de carbone mêlé d'une petite proportion d'acide carbonique, le fer se recouvre d'un dépôt abondant de carbone floconneux et magnétique, et quand on enlève ce dépôt, on constate à la loupe que le fer est visiblement attaqué. Le dépôt charbonneux ainsi obtenu a à peu près la composition suivante :

Carbone.	92
Fer	7
Oxygène	1
	100

c) Si on fait agir sur le fer métallique de l'oxyde de carbone parfaitement pur, le fer n'est pas attaqué et il ne se produit aucun dépôt charbonneux.

d) Pour s'expliquer ces singuliers résultats, l'auteur a recherché quelle est l'action de l'acide carbonique isolé sur le fer métallique toujours à la même température déjà indiquée: il a trouvé qu'elle consiste dans la production, en faible quantité, d'un mélange de peroxyde, d'oxyde magnétique et d'oxydes inférieurs, sans le moindre dépôt de carbone ferrugineux.

La discussion de ces différentes expériences et l'analyse des produits obtenus ont conduit M. Grüner à des conclusions que nous pouvons résumer comme suit:

L'action de l'oxyde de carbone est double. D'une part il réduit les oxydes supérieurs (peroxyde et oxyde magnétique) à un degré inférieur ou à l'état métallique, en se transformant en acide carbonique. D'autre part dès que les oxydes inférieurs se produisent, ils tendent à se transformer en oxyde magnétique, qui est le composé le plus stable, en décomposant l'oxyde de carbone dont le carbone se dépose. La nature ferrugineuse du dépôt montre que l'affinité du fer métallique pour le carbone intervient d'une manière essentielle dans cette dernière réaction.

Dans l'expérience *a*), dès que la première réaction a donné naissance à quelques traces d'oxyde inférieur et de fer métallique, la seconde se met en train, et les deux réactions se continuent parallèlement en soutenant entre elles une sorte de lutte dans laquelle la réduction finit peu à peu par l'emporter.

Il est aisé de voir que, dans l'expérience *c*), rien ne peut donner lieu à la production d'un oxyde inférieur, que par

conséquent le dédoublement de l'oxyde de carbone est impossible.

La première phase de l'expérience *b*) est une oxydation qui donne lieu à peu d'oxyde inférieur, comme dans l'expérience *d*) où l'acide carbonique agit seul. Du moment que l'oxyde inférieur se trouve exister à côté du fer métallique, les causes qui donnent lieu à la formation d'un dépôt de carbone ferrugineux se trouvent mises en jeu et ce dépôt commence. A. A.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

G. Balsamo-Crivelli et L. Maggi. Intorno agli organi essenziali, etc. Sur les organes essentiels de la reproduction des Anguilles. (*Memorie del R. Istituto Lombardo*, vol. XII, pp. 229-240, avec une planche, in-4°. Milano, 1872.) — G.-B. Ercolani. Del perfetto ermafroditismo, etc. De l'hermaphroditisme complet des Anguilles. (*Memorie dell' Acad. delle Sc. dell' Istituto di Bologna*, série III, tome I, 26 pages in-4° et une planche. Bologna, 1872.)

On sait que le mode de reproduction des anguilles est resté jusqu'à présent inconnu et que les efforts combinés des anatomistes du siècle passé et de celui-ci n'avaient acquis à la science qu'un très-petit nombre de faits positifs. Ce que nous connaissions sur l'appareil reproducteur n'avait trait qu'aux ovaires qui avaient été découverts déjà dans le siècle passé par Mondini de Bologne et O.-F. Müller, puis étudiés à une époque plus récente par Rathke. Quant aux organes mâles, ils avaient échappé jusqu'à présent à toutes les recherches. Sans résoudre complétement le problème, les travaux des naturalistes italiens que nous allons résumer ont fait faire un grand pas vers sa solution. Il reste, sans doute, bien des points en litige ou même encore inabordés; néanmoins ces deux mémoires nous amènent l'un et l'autre à la conclusion que les anguilles sont des hermaphrodites complets.

MM. Balsamo-Crivelli et Maggi confirment la description

des ovaires donnée par Mondini et Rathke. Les glandes femelles sont closes, sans oviducte, s'étendant l'une à droite, l'autre à gauche, tout le long de la cavité abdominale. Elles commencent sur les côtés du foie, et se réunissent en dessous et en arrière de la vessie en un seul tronc qui se prolonge encore sur une courte distance dans la partie supérieure de la queue. Chacun de ces organes est en forme de ruban, attaché à la partie dorsale du corps par un faible repli du péritoine; leur bord ventral libre, offre de nombreux plis qui font paraître l'ensemble comme composé d'une série d'éventails disposés transversalement au corps de l'animal. Ils ont une enveloppe de tissu connectif dont la face interne envoie des lames qui par leur intersection forment des cavités closes; ces cavités contiennent des gouttelettes de graisse et des ovules. Les œufs se rencontrent dans toutes les saisons, mais leur degré de développement n'est pas le même à toutes les époques; c'est en mai et en juin qu'on les trouve le plus gros.

Selon les deux professeurs de Pavie les testicules ne présentent pas la même symétrie que les ovaires; celui de droite se développe seul d'une manière complète, tandis que celui de gauche ne se rencontre pas chez tous les individus, et lorsqu'il existe, c'est avec des dimensions extrêmement réduites, les traces de cet organe correspondant à l'extrémité postérieure de celui de droite. Les auteurs ne nous donnent malheureusement pas de détails sur l'histologie de ce testicule atrophié; ils ne décrivent que le testicule droit. Celui-ci est toujours situé à droite de l'intestin, en dedans de l'ovaire et adhérant à la face interne de l'intestin qui repose sur la vessie natatoire; il commence plus ou moins près de la vésicule du fiel et se termine près du cloaque en s'appliquant sur le rectum. Grêle et droit dans son tiers antérieur, il est plus gros dans ses deux tiers postérieurs. Sa partie antérieure est entière; sa partie postérieure offre une dentelure due à des franges en nombre variable et différentes de forme et de longueur; ces franges sont longues et nombreuses dans les anguilles très-développées. La couleur du testicule est d'un blanc

laiteux, quelquefois d'un blanc jaunâtre par suite de la graisse qu'il contient ; il est enveloppé d'un repli de péritoine recouvrant du tissu connectif qui, dans les franges, fournit des cloisons interceptant d'assez grandes cellules. C'est dans ces cellules que se trouve le liquide spermatique mêlé à des gouttelettes de graisse. Les zoospermes sont très-petits; leur corps en forme d'ellipsoïde est trois ou quatre fois plus long que large; la queue diminue rapidement d'épaisseur et devient si grêle que l'on ne peut pas l'apercevoir dans toute sa longueur. Dans quelques anguilles les auteurs ont vu le corps des zoospermes se rapprocher de la forme sphérique et porter à la place de la queue une sorte de moignon très-gros relativement à l'appendice filiforme normal; l'on aurait alors affaire à des formes identiques à celles que Dufossé a décrites chez les Serrans comme des zoospermes dans un état rétrograde.

MM. Balsamo-Crivelli et Maggi admettent pour les anguilles un hermaphroditisme complet parce que le testicule manque de conduit efférent spécial qui puisse amener le sperme à l'extérieur; aussi, selon eux, le sperme d'un individu est-il appelé à féconder seulement les œufs qui se trouvent dans la cavité abdominale. Ils ont observé plusieurs fois à l'extrémité de certaines franges testiculaires une capsule contenant des zoospermes ; cette capsule n'était attachée à la frange que par l'intermédiaire d'un vaisseau sanguin qui chez certains individus était même déjà atrophié, de manière à faire supposer que la capsule devait se détacher plus tard et flotter comme un spermatophore dans la cavité abdominale pour s'ouvrir ensuite sur les œufs.

Les orifices génitaux et urinaires paraissent être assez difficiles à observer, du moins dans certaines saisons de l'année. MM. Balsamo-Crivelli et Maggi décrivent l'orifice de l'urèthre comme percé dans la paroi du cloaque au-dessous de l'anus ; il est très-large et peut donner passage à une sonde. En coupant, selon sa longueur, la paroi inférieure de l'urèthre, on

voit sur la paroi supérieure et à environ 4 ou 5^{mm} audessous du méat urinaire, un orifice qui conduit dans un canal placé transversalement entre la vessie et le rectum; ce canal communique avec la cavité abdominale par l'intermédiaire de deux grands orifices latéraux. Les auteurs donnent à l'orifice percé dans la paroi supérieure de l'urèthre le nom d'orifice *uréthro-vaginal*, au canal transversal, dans lequel conduit cet orifice, le nom de *canal vaginal*, et, aux deux grands orifices latéraux internes débouchant dans la cavité abdominale, celui d'orifices *abdomino-vaginaux*, ou *utéro-vaginaux.*

L'on peut se demander si cette nomenclature est heureusement choisie, et si les mots de vagin et d'utérus doivent être employés pour les anguilles lorsqu'on admet, comme le font les auteurs, que ces poissons pondent des œufs déjà fécondés. Il nous semble que c'est plutôt à un oviducte que l'on devrait comparer le canal qui commence par les deux orifices béants et recueille les œufs dans la cavité abdominale pour les emmener jusqu'au cloaque.

Mais cette question de nomenclature n'a que fort peu d'importance; nous devons au contraire en accorder beaucoup aux faits intéressants observés par les deux professeurs de Pavie, et reconnaître que leur mémoire éclaircit la plupart des points qui étaient restés obscurs jusqu'à présent dans l'anatomie des organes reproducteurs des anguilles. Malheureusement presque tout ce qui concerne la structure des organes mâles est remis en question par le mémoire de M. Ercolani. Tout en arrivant à des résultats qui lui font conclure aussi à l'hermaphroditisme complet des anguilles, le professeur de Bologne donne une description des testicules qui diffère complétement de celle que nous devons à ses deux collègues de Pavie. Il a trouvé entre le corps frangé ou ovaire droit et l'intestin un autre ruban, plus court et plus étroit que celui-ci et dont l'extrémité inférieure adhère à la paroi latérale droite du rectum. Cet organe est ce que MM. Balsamo-Crivelli et Maggi décrivent comme le testicule droit et dans

lequel ils ont découvert des zoospermes. M. Ercolani le considère au contraire comme un testicule atrophié ; il l'appelle le troisième corps frangé et le décrit comme formé d'un réseau vasculaire recouvert à l'extérieur par le péritoine et ne contenant dans ses mailles que des cellules adipeuses. Après avoir constaté cette structure dans les anguilles d'eau douce, il pensait qu'il trouverait peut-être cet organe fonctionnant comme un testicule dans les anguilles de mer. Mais dans ces dernières il le trouva au contraire beaucoup plus petit, plus grêle et plus transparent; sa structure intime était du reste la même. Il décrit d'autre part un organe, situé dans la moitié gauche du corps, qu'il regarde comme le vrai testicule, le seul fonctionnant. C'est une vessie (vescica) pyriforme allongée, s'étendant de l'espace compris dans l'anse que forme l'intestin sous le foie jusqu'au rectum. Ses parois sont lisses et fortement vasculaires sur beaucoup de points, laissant voir dans d'autres de nombreuses cellules polygonales ou arrondies suivant qu'elles sont plus ou moins pressées les unes contre les autres. Dans les anguilles d'eau douce ces cellules sont pleines de graisse et rien ne ferait préjuger des fonctions de l'organe. Chez les anguilles de mer les conditions sont différentes. Dans un grand échantillon, en particulier, les organes se présentaient avec leur aspect ordinaire, sauf que l'anus était déformé par trois pièces cutanées turgides et très-vasculaires; mais en examinant les parois de la « vessie abdominale, » l'auteur observa des myriades de corpuscules de couleur légèrement orangée et en forme de champignon qui se mouvaient sous le champ du microscope. La graisse qui, dans les anguilles d'eau douce, remplissait les cellules, était ici très-peu abondante et les alvéoles contenaient un corpuscule arrondi, de couleur opaque, à surface hispide, et ayant $0^{mm},035$ de diamètre. M. Ercolani regarde ces alvéoles comme les « cellules proligènes » du testicule, les corpuscules à surface hispide comme les cellules spermatiques, et les corpuscules mobiles comme des zoospermes (?).

L'on voit que, tout en concluant à l'hermaphroditisme com-

plet des anguilles, M. Ercolani donne une description des organes reproducteurs qui diffère considérablement de celle que nous devons à ses collègues de Pavie. Il ne voit dans le testicule droit qu'un organe atrophié, et considère celui de gauche comme étant le seul qui soit appelé à fonctionner, tandis que MM. Balsamo-Crivelli et Maggi n'ont jamais vu le testicule gauche qu'à l'état rudimentaire, et ont par contre trouvé des zoospermes bien caractérisés dans celui de droite. Il se pourrait cependant que ces divergences si prononcées fussent plus apparentes que réelles, et que l'on arrivât à les expliquer lorsqu'on aura étudié la série des phases par lesquelles passent les organes reproducteurs des anguilles d'eau douce et de mer à toutes les époques de l'année. Il faudra aussi s'assurer si ces différences ne tiennent pas à des influences locales ou à des particularités spécifiques. Nous devons, à ce propos, mentionner une observation très-intéressante due à MM. Balsamo-Crivelli et Maggi et relative à la distinction spécifique des anguilles qui ne reposait jusqu'à présent sur rien de précis. Les caractères dont on s'était servi pour distinguer les espèces d'anguilles d'Italie paraissent insuffisants, et les *A. acutirostris* et *latirostris* de Yarrell ne doivent probablement être considérées que comme des variétés. Les deux professeurs de Pavie sont arrivés à reconnaître dans les anguilles de leur pays deux espèces, dont l'une, qu'ils nomment *A. orthoentera*, a l'intestin à peu près en ligne droite, et dont l'autre, à laquelle ils donnent le nom un peu barbare de *A. anacamptoentera*, a un intestin flexueux. A cette différence d'organisation interne correspondent certaines différences extérieures tirées de la position relative de l'anus. Les auteurs ne nous disent pas s'ils se sont assurés d'une identité de structure dans les organes reproducteurs de leurs deux espèces. Or, nous devons faire remarquer que la figure qu'ils donnent de ces organes représente un individu appartenant à l'*A. orthoentera*, tandis que la figure donnée par M. Ercolani a été faite d'après un individu à intestin flexueux, c'est-à-dire appartenant à l'*A. anacamptoentera*.

Ces deux espèces n'offriraient-elles point quelques différences dans le développement relatif des parties de leurs organes mâles? Ce n'est guère probable; toutefois, nous croyons devoir poser la question aux naturalistes qui sont placés de manière à pouvoir la résoudre. A. H.

Dr Max Huss. Beitræge zur Entwickelungsgeschichte der Milchdrüsen beim Menschen und bei Wiederkæuern. (*Jen. Zeitschrift für Naturw. u. Medicin*, vol. VII, 2me livraison, 1872, p. 176-203 avec deux planches.) — Carl Gegenbaur. Bemerkungen über die Milchdrüsen-papillen der Sæugethiere. (*Ibidem*, p. 204-217.)

Les mammifères supérieurs présentent, comme l'on sait, dans la structure de leurs mamelles, deux types très-distincts. Chez les uns, les canaux lactifères viennent déboucher en nombre, et indépendamment les uns des autres au sommet de la papille mammaire ou teton. Chez les autres, ces glandes déversent leur contenu dans la citerne, réservoir commun situé dans la profondeur de la glande, et ce réservoir communique avec l'extérieur par un canal unique, qui débouche au sommet du pis.

Établir, par l'étude embryogénique de ces deux types, des rapports qui permettent de les comparer entre eux au point de vue morphologique, tel est le but que se propose Max Huss, l'auteur du premier article que nous analyserons.

A cet effet, le développement des glandes mammaires, chez l'homme et chez la race bovine, a été suivi pas à pas.

Chez l'homme, on voit apparaître d'abord, de chaque côté, une petit bouton qui présente à son centre un renfoncement, et occupe exactement la position de se qui sera le sein. Au fond de ce renfoncement, l'épiderme est considérablement épaissi. Le réseau de Malpighi s'enfonce de plus en plus en cet endroit, et forme des digitations qui s'allongent et donnent naissance aux canaux lactifères. A l'extrémité de chacun

de ces canaux naissent par bourgeonnement une série de canaux de seconde génération, et ainsi de suite. — La légère saillie (papille primitive), que l'on remarquait d'abord à la surface se perd, et l'aréole s'entoure d'un bourrelet circulaire; cette circonvallation renferme donc dans son enceinte les orifices de tous les canaux lactifères. Autrement dit, ces canaux viennent tous déboucher dans une cavité commune. Cette cavité s'efface petit à petit. et se transforme en une saillie, et finalement en une papille, tandis que le bourrelet circulaire subsiste encore longtemps sans gagner en importance et marque la limite de l'aréole mammaire. La papille n'atteint souvent son plein développement que lorsqu'elle a servi à un premier allaitement.

Chez la génisse, l'on voit naître de chaque côté trois rudiments de mammelles dont l'un reste à l'état rudimentaire, deux seulement, de chaque côté, continuant à se développer. Leur premier rudiment se compose : 1° d'une petite saillie résultant d'un épaississement de l'épiderme et du derme; 2° d'un bourrelet qui entoure cette saillie. Ce bourrelet s'accroît, tandis que la partie centrale s'enfonce en forme de bouteille. Du fond de la bouteille partent les digitations qui donnent naissance à la glande proprement dite, exactement par le même procédé que chez la femme; la circonvallation s'élève rapidement et donne naissance au pis de la vache.

C'est donc au fond de la citerne du ruminant qu'il faut aller chercher la partie qui correspond au sommet de la papille du primate. Ces deux organes ne sont pas homologues, mais peuvent se déduire l'un de l'autre. En effet, renfoncez par l'imagination la papille de la femme, retournez-la comme un doigt de gant et ces organes deviendront strictement comparables; le bord de l'aréole correspondra à l'orifice du pis de la vache.

Partant de ces résultats, Gegenbaur cherche le point commun d'où ces deux organisations diverses ont pu se développer, et passe en revue toute la classe des mammifères. Le premier type se rencontre chez l'homme, les singes, les prosimiens,

les carnivores, les édentés, les rongeurs, l'éléphant, le rhinocéros et les sirénoïdes. Le second type n'est représenté que par les cétacés, les ruminants et les solipèdes.

Remontant encore plus haut pour trouver le point de départ que nous cherchons, nous arrivons aux marsupiaux. D'après les recherches de J. Morgan, la mamelle du jeune Kangourou se compose d'un canal dans le fond duquel se trouve une petite papille. C'est sur cette papille que viennent déboucher isolément un grand nombre de canaux lactifères. Lors du premier allaitement, ce canal se retourne, et la papille se trouve former le sommet d'une mamelle assez longue et que le petit prend dans sa bouche.

Ces deux états successifs de la mamelle du Kangourou correspondent aux deux types que nous rencontrons chez les mammifères supérieurs. Le Kangourou est un exemple du type indifférent d'où les deux autres types ont pu découler en suivant des lignes divergentes. Supposons en effet que l'animal nouveau-né devienne plus gros que chez les didelphes, se rapprochant ainsi par ses dimensions du petit des ruminants. Il pourra alors prendre dans sa bouche les bords relevés du canal mammaire, et teter sans que la papille se retourne. Cette vue est confirmée par le fait que le nouveau-né des ruminants, des solipèdes et des porcs vient au monde à un état bien autrement développé que le jeune des animaux, dont la mamelle présente le premier type d'organisation. L'on comprend facilement comment un état, qui n'était d'abord que passager, à pu être fixé et plus ou moins modifié par l'adaptation dans la suite des temps.

Mais si une organisation semblable à celle du Kangourou explique très-bien les deux types que présentent les mammifères supérieurs, cette organisation elle-même paraît inexplicable au priemier abord. Pourquoi se forme-t-il d'abord un canal qui n'est destiné qu'à se retourner plus tard? Ce sont les monotrêmes qui nous donnent la clef de l'énigme.

Chez l'ornithorhynque, les glandes lactifères déversent leur contenu à la surface de la peau en deux endroits; la papille

fait entièrement défaut, et du reste, la structure de la bouche du nouveau-né ne lui permettrait pas de teter. La mère allaite son petit en lui versant son lait dans la bouche. Chez l'Échidné, nous voyons les glandes déboucher, non pas sur une papille, mais dans le fond d'une cavité, dans laquelle le jeune introduit à ce qu'il paraît la tête, sinon tout le corps, pour boire le liquide nourricier. Le jeune Kangourou, protégé par la poche marsupiale de la mère n'avait plus besoin de s'introduire dans le canal mammaire, aussi ce canal s'est-il retourné et transformé en une papille.

En résumé, la structure des mamelles s'explique par une différenciation dont le point de départ se trouve chez l'ornithorhynque, série d'abord unique, puis double et divergente. Et cette hypothèse devient encore plus plausible par sa concordance avec les données de l'embryogénie comparée des animaux supérieurs.

La classification des mammifères suivant les types de structure de leurs mamelles correspond dans ses grands traits avec la classification placentaire. Cependant il y a des exceptions importantes. La plupart ne tiennent peut-être qu'à l'état imparfait de nos connaissances sur le développement des animaux en question. Mais pour expliquer la position des édentés dont les mamelles présentent le premier type sans que leur placenta soit caduque, il faudrait admettre que cet ordre s'est développé par évolution, directement depuis l'état didelphe et indépendamment des autres ordres de mammifères.

Le champ n'est, on le voit, qu'entamé; bien des points restent à éclaircir qui n'ont pas même été abordés : ainsi les considérations sur le nombre des canaux lactifères, sur le rôle que peut jouer l'adaptation dans la modification de la forme de ces organes. N'oublions pas que ces travaux ne sont qu'un premier aperçu, et que c'est aux premiers pionniers qu'incombe la tâche la plus difficile et la plus méritoire. H. F.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MAI 1872.

Le 1er, rosée le matin ; fort orage avec éclairs et tonnerres de 10 $^1/_4$ à 11 h. du soir.
2, à 10 $^1/_4$ h. du matin tonnerres à l'Ouest.
3, forte rosée le matin ; de 11 $^3/_4$ h. à midi quelques coups de tonnerre à l'Ouest.
4, forte rosée le matin.
10, il a neigé sur le grand Salève et sur les Voirons.
13, à 2 $^1/_4$ h. tonnerres au SO.
15, forte rosée le matin.
16, halo lunaire dans la soirée.
19, forte rosée le matin.
20, de 6 $^3/_4$ à 7 $^1/_2$ h. éclairs et tonnerres, l'orage passe du Sud au Nord.
Du 27 au matin au 29 à 6 h. du soir forte bise.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm
Le 3 à 10 h. matin	731,13
7 à 6 h. matin	724,80
10 à 10 h. soir	724,62
15 à 6 h. matin	727,24
20 à 10 h. soir	723,47
23 à 10 h. matin	726,93
26 à 6 h. matin	731,84

MINIMUM.	mm
Le 5 à midi	720,54
8 à 4 h. après m.	721,72
12 à 2 h. après m.	720,44
17 à 8 h. soir	716,02
21 à midi	720,71
24 à 2 h. après m.	721,18
31 à 4 h. après m.	724,76

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim.	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°	°	°
1	728,71	+ 3,98	+14,70	+ 3,75	+ 7,8	+20,2	9,08	+2,21	727	+ 15	520	930	...	...	N. 1	0,74	10,9	+ 1,0	—
2	728,94	+ 4,18	+14,05	+ 2,95	+11,4	+20,0	9,70	+2,76	819	+107	640	989	8,1	5	variable	0,82	10,7	+ 0,7	—
3	730,56	+ 5,77	+13,53	+ 2,29	+ 9,0	+20,4	8,92	+1,91	782	+ 69	480	950	0,5	1	variable	0,58	10,7	+ 0,6	119
4	725,47	+ 0,65	+15,45	+ 4,07	+ 7,5	+21,3	7,59	+0,51	600	—113	340	990	...	...	OSO. 1	0,77	11,4	+ 1,2	117
5	721,20	— 3,65	+13,86	+ 2,34	+11,6	+18,3	8,60	+1,45	756	+ 43	510	920	1,1	3	SSO. 1	0,97	—	—	116
6	722,68	— 2,21	+ 9,70	— 1,96	+ 8,7	+12,6	7,51	+0,29	851	+138	670	920	12,5	9	SO. 1	0,93	9,0	— 1,5	117
7	723,45	— 1,48	+14,94	+ 3,14	+10,0	+19,2	6,58	—0,71	544	—169	360	750	...	...	SSO. 2	0,37	8,4	— 2,2	119
8	722,73	— 2,24	+14,52	+ 2,57	+11,0	+18,6	6,62	—0,74	555	—158	440	630	...	...	SSO. 2	0,67	7,4	— 3,3	120
9	723,58	— 1,43	+ 9,87	— 2,22	+ 6,2	+14,0	6,06	—1,38	698	— 15	520	890	3,3	3	variable	0,82	6,7	— 4,1	—
10	724,29	— 0,76	+ 7,60	— 4,63	+ 5,1	+12,8	5,44	—2,08	712	— 1	550	820	1,6	3	variable	0,88	6,7	— 4,2	120
11	722,54	— 2,61	+ 7,33	— 5,04	+ 3,5	+11,6	5,94	—1,66	789	+ 75	570	980	1,6	3	N. 1	0,76	7,8	— 3,2	119
12	720,88	— 4,32	+ 6,62	— 5,89	+ 4,2	+11,7	5,23	—2,45	738	+ 24	510	850	2,3	6	SO. 1	0,94	—	—	116
13	722,92	— 2,33	+ 6,79	— 5,87	+ 3,2	+12,0	5,05	—2,71	726	+ 12	360	970	10,7	6	SSO. 1	0,73	8,6	— 2,6	117
14	726,24	+ 0,94	+ 6,70	— 6,10	+ 2,7	+10,8	6,40	—1,44	866	+152	690	970	6,9	10	N. 1	0,91	8,6	— 2,7	114
15	726,54	+ 1,19	+11,96	— 0,98	+ 4,5	+20,9	8,52	+0,61	810	+ 96	470	980	...	...	variable	0,74	9,4	— 2,0	112
16	724,23	— 1,17	+13,49	+ 0,41	+ 9,5	+17,7	9,14	+1,16	799	+ 85	620	940	...	...	N. 1	0,63	9,7	— 1,8	—
17	718,99	— 6,46	+16,24	+ 3,02	+10,4	+23,5	9,32	+1,27	688	— 26	460	910	...	...	N. 1	0,48	9,9	— 1,7	116
18	718,42	— 7,08	+16,42	+ 3,05	+13,9	+19,8	8,94	+0,82	667	— 46	520	820	...	...	SSO. 1	0,77	11,2	— 0,5	116
19	720,56	— 4,99	+15,49	+ 1,98	+ 9,5	+23,6	8,63	+0,44	702	— 11	340	950	...	..	variable	0,73	—	—	119
20	723,23	— 2,36	+15,10	+ 1,45	+10,5	+20,9	8,97	+0,71	719	+ 6	490	970	11,3	4	variable	0,76	10,6	— 1,4	119
21	721,63	— 4,00	+11,50	— 2,29	+10,2	+13,2	9,81	+1,48	985	+272	870	1000	25,7	12	variable	1,00	10,8	— 1,3	120
22	724,71	— 0,96	+ 9,86	— 4,06	+ 8,8	+13,0	8,10	—0,30	911	+198	680	970	11,3	11	variable	0,99	10,8	— 1,4	—
23	726,18	+ 0,47	+11,49	— 2,56	+ 8,0	+18,4	7,66	—0,81	778	+ 65	510	940	3,7	5	N. 1	0,92	11,4	— 0,9	122
24	722,64	— 3,11	+11,44	— 2,74	+ 9,0	+16,3	8,65	+0,11	871	+158	710	990	14,3	12	NE. 1	0,99	12,7	+ 0,3	125
25	727,16	+ 1,37	+ 9,33	— 4,98	+ 8,4	+11,9	8,04	—0,57	934	+221	750	950	18,2	19	S. 1	1,00	12,1	— 0,4	131
26	731,18	+ 5,35	+11,90	— 2,55	+ 8,2	+15,3	7,15	—1,53	707	— 5	450	900	...	...	N. 2	0,86	—	—	139
27	729,89	+ 4,02	+12,74	— 1,84	+ 8,0	+16,4	6,55	—2,20	607	—105	500	700	...	...	N. 3	0,16	12,6	— 0,1	146
28	729,94	+ 4,03	+14,27	— 0,45	+ 9,5	+17,7	6,69	—2,13	561	—151	310	740	...	...	NNE. 2	0,21	12,7	— 0,1	150
29	728,13	+ 2,18	+14,45	— 0,40	+11,6	+18,0	7,76	—1,12	654	— 58	460	770	...	...	NNE. 2	0,47	12,8	— 0,1	153
30	726,98	+ 0,99	+15,09	+ 0,11	+10,4	+19,1	7,64	—1,31	615	— 97	420	820	..	..	N. 1	0,58	13,3	+ 0,3	148
31	725,75	— 0,28	+14,59	— 0,52	+ 8,3	+21,5	8,21	—0,81	672	— 40	440	850	...	...	variable	0,62	13,2	+ 0,1	144

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725,42	725,47	725,49	725,04	724,73	724,53	724,57	725,04	725,41
2e »	722,99	722,92	722,67	722,33	721,87	721,67	721,86	722,32	722,64
3e »	727,05	727,11	726,77	726,47	726,24	726,20	726,52	726,95	727,26
Mois	725,22	725,23	725,03	724,67	724,34	724,20	724,39	724,84	725,17
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 9,97	+12,29	+13,90	+15,25	+16,21	+15,81	+14,44	+12,87	+11,88
2e »	+ 8,71	+10,73	+12,49	+14,27	+15,60	+15,19	+13,06	+11,76	+10,67
3e »	+10,55	+11,86	+13,03	+14,39	+15,44	+15,03	+14,01	+12,54	+11,74
Mois	+ 9,77	+11,64	+13,14	+14,63	+15,74	+15,33	+13,84	+12,40	+11,44
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	7,53	7,93	7,72	7,71	7,61	7,51	7,44	7,67	7,69
2e »	7,37	7,46	7,47	7,63	7,32	7,64	7,51	8,23	8,23
3e »	8,25	8,17	7,94	7,83	7,63	7,47	7,68	8,00	7,92
Mois	7,73	7,86	7,72	7,73	7,52	7,54	7,55	7,97	7,95
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	826	739	653	607	557	567	611	694	744
2e »	863	770	714	616	555	585	668	791	850
3e »	867	796	722	651	602	608	661	756	781
Mois	853	769	697	626	572	587	647	747	791

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 8,83	+17,74	0,75	9,10	27,1	118,3
2e »	+ 7,19	+17,25	0,74	9,47	32,8	116,4
3e »	+ 9,13	+16,44	0,71	12,24	53,2	137,8
Mois	+ 8,41	+17,12	0,73	10,37	113,1	125,2

Dans ce mois, l'air a été calme 3,91 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,85 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 33°,8 O., et son intensité est égale à 12,51 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MAI 1872.

Le 1er, brouillard depuis midi.
3, brouillard le matin et le soir.
5, brouillard et neige tout le jour.
6, brouillard et neige jusqu'au soir.
8, brouillard tout le jour.
9, brouillard tout le jour, neige.
10, brouillard tout le jour.
11, brouillard tout le jour, neige.
12, brouillard tout le jour, neige.
13, clair le matin, brouillard et neige depuis midi.
14, brouillard et neige tout le jour.
15, brouillard tout le jour.
16 au 31, le brouillard a régné presque sans interruption.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 10 h. soir	567,90	Le 6 à 4 h. après m.	560,24
7 à 8 h. soir	562,92	10 à 8 h. matin	557,16
10 à 10 h. soir	559,09	12 à 10 h. matin	555,61
15 à 4 h. après m.	566,57	18 à midi	560,53
20 à 6 h. soir	564,72	22 à 6 h. matin	559,16
23 à 10 h. soir	564,08	25 à 6 h. matin	559,81
28 à 10 h. soir	567,25	31 à 6 h. matin	564,20

SAINT-BERNARD. — MAI 1872.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.				
1	565,93	+ 3,21	565,64	566,24	+ 2,54	+ 3,97	+ 1,7	+ 5 0	.....	.....	....	NE.	1	0,84
2	566,62	+ 3.80	565.76	567,36	+ 2,29	+ 3,57	— 0,5	+ 7,0	.....	....	....	NE.	1	0,87
3	567,66	+ 4,74	567.38	567,90	+ 1,44	+ 2,58	— 0,8	+ 5,0	..20.	.2,3.	....	NE.	1	0,70
4	564,43	+ 1,41	563,20	566 08	+ 2.53	+ 3.53	0,0	+ 5,6	.....	12,4.	....	SO.	1	0,67
5	561,37	— 1,74	561,02	562,16	— 0,60	+ 0,26	— 0,5	+ 0,3	.140.	15,8.	....	SO.	2	0,99
6	560,41	— 2,79	560.24	560,92	— 1,19	— 0,47	— 1,6	+ 0,2	.130.	13,4.	....	SO.	2	0,79
7	562,53	— 0.77	561.86	562,92	+ 1,12	+ 1,70	— 3,0	+ 4,8	.....	.....	....	SO.	1	0,47
8	562,00	— 1.40	561,75	562,19	+ 0,68	+ 1,12	— 0,4	+ 2,8	.....	.....	....	SO.	1	0,98
9	559,14	— 4,36	558,74	560,08	— 2,91	— 2,61	— 7,2	+ 0,6	..60.	.8,2.	....	NE.	1	0,94
10	558,06	— 5.54	557,16	559,09	— 6,83	— 6,67	— 7,6	— 3,2	.....	.....	....	NE.	2	0,94
11	557,88	— 5,81	557,50	558,37	— 4,67	— 4,65	— 8,2	0,0	..25.	.4,2.	....	NE.	1	0,82
12	556.02	— 7,77	555,61	556,98	— 4,43	— 4,55	— 8,4	+ 1,8	.240.	17,7.	....	NE.	1	0,97
13	558,34	— 5.55	557,27	559,42	— 6,89	— 7,15	—10,6	— 2,4	..30.	.5,4.	....	SO.	2	0,68
14	563.79	— 0.20	562,41	565,22	— 4,23	— 4,63	— 6,5	— 2,2	..60.	.9,2.	....	SO.	3	1,00
15	566.30	+ 2,21	565.50	566.57	— 0,99	— 1,52	— 4,6	+ 1,2	.....	.....	....	SO.	1	0,77
16	564,92	+ 0.74	564,54	565.65	+ 2,92	+ 2.26	+ 0,4	+ 5,7	.....	.....	....	SO.	1	0,63
17	562,70	— 1,58	561,64	563,30	+ 2,34	+ 1,54	+ 0,8	+ 5 3	.....	.1,2.	....	SO.	2	0,92
18	561.17	— 3,21	560.53	561.89	+ 0,53	— 0 40	+ 0,4	+ 1,7	.....	.4,4.	....	SO.	2	1,00
19	562.98	— 1,50	562,07	563,59	+ 1,10	+ 0,04	+ 0,2	+ 2,6	.....	.....	....	SO.	1	0,99
20	563,80	— 0,77	561.84	564,72	+ 1.00	— 0,19	0,0	+ 2,8	.....	27,6.	....	SO.	2	0,98
21	560,64	— 4,02	559,31	563,40	— 0.06	— 1,38	— 2,0	+ 2,8	..85.	76,7.	....	SO.	1	0,99
22	561 04	— 3.72	559.16	562,44	— 2,23	— 3,68	— 3,5	0,0	..35.	.3,7.	....	NE.	1	0,98
23	563,56	— 1.30	562,78	564 08	— 2.32	— 3.90	— 5,2	— 0,2	..20.	.5,0.	....	SO.	1	0,82
24	562.32	— 2.63	561,30	563.00	— 2.01	— 3,72	— 2,4	— 0,9	.130.	31,7.	....	SO.	2	1,00
25	562.94	— 1 10	559.81	565.89	— 1.70	— 3,53	— 3 5	+ 2.4	..20.	.3,1.	....	NE.	2	1,00
26	566,76	+ 1.63	566,01	567.20	— 1,05	— 3,00	— 3,2	+ 2.3	.....	.....	....	NE.	1	1,00
27	566,60	+ 1,37	566,29	566,83	+ 1,52	— 0,55	— 1,4	+ 7,1	.....	.....	....	NE.	1	0,87
28	566.78	+ 1.46	566.42	567.25	+ 0.58	— 1,61	— 2,4	+ 3,8	.....	.....	....	NE.	1	0,82
29	566,07	+ 0,66	565,74	566,51	+ 2.24	— 0,07	— 1,8	+ 8,6	.....	.....	....	NE.	1	0,86
30	565.09	— 0,41	564,91	565,28	+ 1,18	— 1,25	— 1,3	+ 4,0	.....	.....	....	NE.	1	0,86
31	564,50	— 1,09	564,20	565,01	+ 3,74	+ 1,19	— 0,7	+ 9,5	.....	.....		NE.	1	0,90

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	562,87	562,82	562,89	562 89	562,83	562,74	562,72	562,89	562 96
2e «	561,45	561,55	561,67	561,71	561,79	561,89	561,95	562,14	562,22
3e «	563 95	564,17	564,25	564,22	564,29	564,24	564,21	564,36	564,45
Mois	562,80	562,89	562,98	562,98	563,01	563,00	563,00	563,17	563,25
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 1,07	+ 0,10	+ 1,61	+ 2,61	+ 2,20	+ 1,37	— 0,07	— 0,84	— 1,44
2e «	— 3,41	— 1,85	+ 0,03	+ 1,01	+ 0,67	+ 0,44	— 0,69	— 1,22	— 1,66
3e «	— 1,92	— 0,07	+ 1,60	+ 2,77	+ 2,75	+ 2,32	+ 0,16	— 1,02	— 1,37
Mois	— 2,13	— 0,59	+ 1,10	+ 2,15	+ 1,90	+ 1,41	— 0,19	— 1,03	— 1,49

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 1,99	+ 2,81	0,82	52,1	250
2e «	— 3,65	+ 1.63	0,88	69,7	355
3e «	— 2,49	+ 3,58	0,92	120,2	290
Mois	— 2,70	+ 2,70	0,87	242,0	895

Dans ce mois, l'air a été calme 9,32 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,88 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 7,53 sur 100.

* Voir la note du tableau.



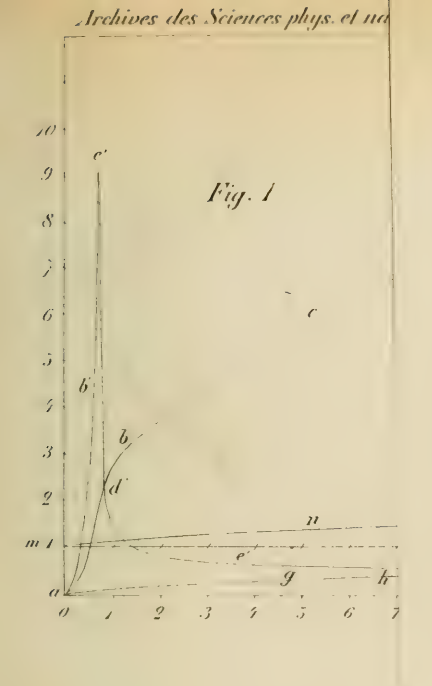


Fig. 1

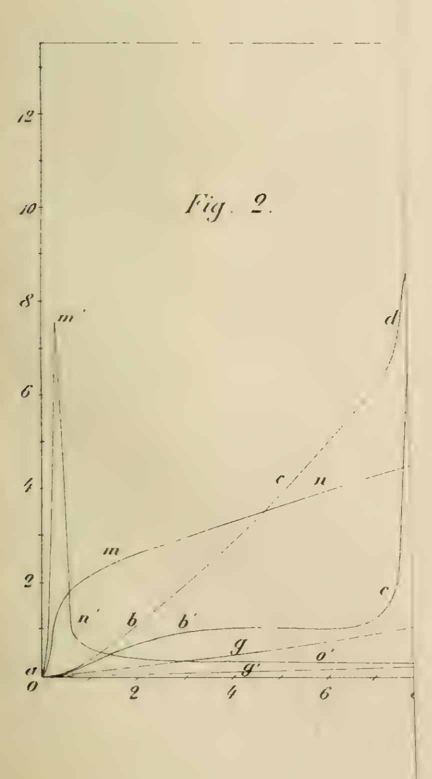


Fig. 2.

Fig. 1

Fig. 2.

Lith. F. Noirat, Genève

NOUVELLES EXPÉRIENCES
FAITES
AVEC LE PENDULE A RÉVERSION
ET
DÉTERMINATION DE LA PESANTEUR A GENÈVE ET AU RIGHI-KULM

PAR

M. E. PLANTAMOUR

Mémoire, in-4° de 88 pages. Genève et Bâle, 1872.

(Extrait, suivi de quelques détails sur des mesures du pendule récemment exécutées en Russie).

Il a déjà paru, dans le cahier de novembre 1866 des *Archives*, une analyse du premier mémoire de M. le professeur Plantamour sur les expériences faites à Genève avec le pendule à réversion, mémoire publié la même année dans le tome XVIII du recueil de ceux de notre Société de Physique et d'Histoire naturelle. Je ne reviendrai donc pas ici sur les détails donnés dans cette analyse sur l'instrument employé et sur le mode d'observation, et je me bornerai à un compte rendu sommaire des nouvelles expériences du pendule faites à Genève, de celles exécutées sur le Righi-Kulm, et de leurs résultats.

M. Plantamour avait reconnu insuffisantes, dans son premier mémoire, quelques-unes des données employées dans la réduction de ses observations, pour obtenir la détermination cherchée avec toute l'exactitude convenable. M. Hirsch et lui ont d'abord exécuté, en janvier 1870 et 1871, à l'aide du comparateur du Bureau fédéral des poids et mesures à Berne, des comparaisons du pendule

à réversion avec un nouveau mètre étalon en argent, dont ils avaient déterminé le coefficient absolu de dilatation par des expériences faites à la même époque. M. Plantamour a fait ensuite à Genève deux nouvelles séries d'observations du pendule, en février et en août 1871, époques où la température était très-différente, savoir en moyenne de $+3°$ C. dans la première et de $+24°$ dans la seconde ; estimant que la combinaison de ces deux séries, faites d'ailleurs dans des circonstances identiques et avec le même appareil, fournirait le meilleur moyen de déterminer le coefficient de dilatation du pendule, et la différence entre ce coefficient et celui de l'échelle.

Les détails de ces observations et leur discussion font l'objet des quatre premiers chapitres du nouveau mémoire.

Le chapitre V est consacré à une nouvelle réduction des observations antérieures, faites en 1865 et 1866. Cette réduction donnant un résultat bien d'accord avec celui déduit des expériences de 1871, M. Plantamour a pu combiner, dans le sixième chapitre, toutes les observations qu'il a faites à Genève pour en déduire la pesanteur.

La moyenne générale des vingt-cinq déterminations donne, pour la longueur du pendule simple faisant dans le vide, à Genève, une oscillation dans une seconde de temps moyen, longueur estimée en lignes de l'ancien pied de Paris :

$440^{l},36035$ avec une erreur moyenne de $\pm 0^{l},00095$.

Cette valeur correspond en mesures métriques à

$0^{m},9933778$.

Il en résulte pour l'expression de la pesanteur g à Ge-

nève, ou du double de l'espace parcouru dans le vide par un corps pesant pendant la première seconde de sa chute, à la latitude de 46°12′, et à une hauteur de 408 mètres au-dessus du niveau de la mer :

$$g = 9^{m},804246 \text{ avec une erreur probable de } \pm 0^{m},000014.$$

Ce résultat repose sur l'hypothèse de l'exactitude absolue de l'échelle du pendule à laquelle l'intervalle entre les couteaux a été comparé. Lorsque le Bureau fédéral des poids et mesures sera en possession de la copie du mètre international qui aura été adopté, à la suite des travaux de la commission spéciale chargée de cet objet, on obtiendra l'équation de l'étalon d'argent auquel l'échelle du pendule a déjà été comparée, et on déterminera la très-légère correction qui pourra en résulter.

Le chapitre VII et dernier est relatif aux observations du pendule faites à la cime du Righi par M. Plantamour, du 11 au 29 juillet 1867, suivant le même système que celles de Genève, et à la détermination de la pesanteur qui en résulte pour cette nouvelle station.

La lunette avec laquelle on observait, à l'aide de l'enregistrement électrique, les passages d'un point de repère sur la monture du couteau, était placée au nord du pendule à une distance de 5m,87. L'emplacement du pilier sur lequel le pendule reposait était une pièce du rez-de-chaussée, située à l'angle Sud-Ouest de l'ancien hôtel. Cet emplacement est marqué dans un plan topographique du Righi-Kulm, inséré dans le mémoire sur la détermination télégraphique des différences de longitude entre cette station et les observatoires de Zurich et de Neuchâtel, publié à Genève en 1871 par MM. Plantamour et Hirsch, et dont une analyse a paru dans le cahier de janvier 1872

des *Archives.* Le centre de figure du pendule se trouvait à 12 mètres au-dessous du pied du signal, dont la hauteur au-dessus du niveau de la mer est de 1800 mètres d'après Eschmann. Il se trouvait ainsi à 1379^m,5 au-dessus du niveau où il était à Genève, et à une latitude plus boréale de 50′30″.

Les observations de l'amplitude des oscillations et des instants des passages se succédaient de six en six minutes, jusqu'à ce qu'on eut 3000 oscillations, qui s'effectuaient en 37 minutes 41 secondes. On faisait d'abord chaque jour deux séries consécutives de ce genre, avec la même suspension du couteau; on comparait entre eux chaque passage pair et impair correspondant des deux séries, et on prenait la moyenne de toutes les valeurs ainsi obtenues, en notant au commencement et à la fin la température, à l'aide d'un thermomètre suspendu au centre de l'appareil. Une série semblable d'opérations était faite après avoir retourné le pendule et l'avoir suspendu sur l'autre couteau. Nous ne pouvons entrer ici dans le détail de ces différentes opérations et de la réduction des observations.

Les instants étaient notés, dans ces observations, au moyen du chronomètre électrique construit par MM. Dubois et Hipp, qui a servi aussi pour les déterminations de longitude. Le temps ayant été généralement défavorable à cette époque, dans cette station, les observations d'étoiles faites au Righi auraient laissé de l'incertitude sur la marche de ce chronomètre; mais on a eu heureusement un moyen bien plus exact de la déterminer, par les comparaisons télégraphiques de ce chronomètre avec la pendule de l'observatoire de Neuchâtel, faites chaque soir pour les recherches relatives à la longitude. On a pu constater ainsi

une marche très-régulière pour ce chronomètre du 11 au 29 juillet. Il y a eu le 16 une seule irrégularité, qu'on doit peut-être attribuer à la décharge électrique qui éclata dans le laboratoire, lorsque la foudre frappa le signal dans la nuit du 15 au 16 juillet.

La diminution de la densité de l'air au Righi-Kulm a pour effet d'y ralentir le décroissement de l'amplitude des oscillations du pendule.

En définitive, la longueur du pendule simple faisant, en cette station, une oscillation par seconde de temps moyen, est, d'après les dix jours d'observation, de $440^{l},23995$, avec une erreur moyenne de $\pm 0^{l},0021$.

Cette même longueur, en mesure métrique, est de $0^{m},9931060$, et il en résulte pour la pesanteur au Righi-Kulm :

$$g = 9^{m},801565 \text{ avec une erreur probable de } \pm 0^{m},0000315.$$

En réduisant la pesanteur trouvée à Genève à la latitude et à la hauteur de la station du Righi, et en prenant ensuite la différence entre les deux valeurs, M. Plantamour a constaté que l'attraction exercée par la montagne sur un point placé à son sommet est $\frac{1}{12300}$ de la pesanteur, avec une erreur probable de $\pm\frac{1}{300000}$.

Cet astronome a effectué, dès lors, des expériences du même genre, soit sur la montagne jurassienne du Weissenstein au-dessus de Soleure, soit à l'observatoire de Berne, et il se propose d'en faire aussi cet été sur le Gaibris, près de Gaïs, canton d'Appenzell.

Le numéro du 9 juin 1871 des *Monthly Notices* de la Société astronomique de Londres contient un extrait d'un

mémoire de M. A. Sawitsch *sur les variations de la gravité dans les provinces occidentales de la Russie,* résultant d'un travail considérable, tout à fait analogue à ceux dont je viens de parler, et effectué avec le même genre d'instruments.

L'Académie des Sciences de St.-Pétersbourg a désiré joindre à la mesure très-précise d'un grand arc de méridien en Russie, une série étendue d'observations du pendule, faites en un certain nombre de stations le long de cet arc, depuis *Tornea* en Finlande jusqu'à *Ismail* en Moldavie. Les observations entre Tornea et Pétersbourg ont été faites, pendant l'été de 1865, par MM. Sawitsch et Lenz; celles entre Pétersbourg et Ismail ont été effectuées, en 1866 et 1868, par MM. Sawitsch et Smyslof. Deux pendules à réversion, construits par M. Repsold de Hambourg, ont été mis à la disposition des observateurs, ainsi qu'une règle de mesure du même artiste, pour examiner la distance entre les deux couteaux de suspension. Cette règle a été comparée par M. Smyslof avec l'étalon normal de Troughton et Simms déposé à l'observatoire de Poulkowa, et M. Brauer de Pétersbourg a fourni un appareil pour déterminer le centre de gravité des pendules, ainsi que pour vérifier le parallélisme des couteaux.

Les observations de la durée des oscillations du pendule ont consisté à noter l'instant des coïncidences du pendule, et d'une pendule dont la marche diurne était déduite de comparaisons avec des chronomètres. Ces derniers étaient réglés par des passages d'étoiles, observés avec une lunette méridienne, érigée sur un massif de pierre. On déterminait trois ou quatre coïncidences, et la température, au commencement, au milieu et à la fin de chaque série d'oscillations du pendule. Trois thermo-

mètres étaient placés dans l'intérieur de la loge où le pendule était établi à l'abri du vent : le premier au haut, le deuxième au centre et le troisième au bas de l'appareil, et on notait aussi la hauteur du baromètre au commencement et à la fin de chaque série.

L'objet principal de ces opérations étant de recueillir de nouvelles données sur les variations de la gravité, en les comparant à celles déjà trouvées en d'autres stations, M. Sawitsch a pris pour base de ses résultats la longueur du pendule simple dans le vide à Pétersbourg de $441^{l},0319$, déduite de comparaisons précédentes, faites par le comte Luetke, des oscillations d'un pendule invariable observées par lui à Pétersbourg et à l'observatoire de Greenwich. Il a préféré adopter cette valeur, plutôt que celle de $440^{l},958$ qu'il avait obtenue directement, pour mieux lier ses expériences avec les précédentes; et il rapporte ensuite, d'après cette première donnée, les valeurs déduites des observations faites en onze autres stations. Voici celles qui se rapportent aux principales localités :

	Latitude boréale.	Longueur du pendule en lignes du pied français.
Tornea.......	65°50′43″	$441^{l},2525$
Pétersbourg...	59.56.30.	441 ,0319
Réval.........	59.26.37.	441 ,0190
Dorpat........	58.22.47.	440 ,9762
Wilna........	54.41. 2.	440 ,8353
Bélin.........	52. 2.22.	440 ,7268
Kischinef......	47. 1.50.	440 ,5278
Ismail........	45.20.34.	440 ,4479

Pour examiner l'exactitude de chacun de ces résultats, M. Sawitsch a comparé la longueur du pendule, observée en chaque station, avec la longueur correspondante dé-

duite des formules données dans son mémoire. Les différences en plus ou en moins sont en général assez faibles; elles ne s'élèvent qu'en un seul cas, celui de Tornea, à $0^{l},02$, et leurs sommes se compensent mutuellement.

« On trouve, dit M. Sawitsch, dans l'ouvrage de M. W. Struve sur la mesure d'un arc du méridien entre le Danube et la mer Arctique, une discussion détaillée des latitudes des principales stations entre le Cap Nord et le Danube. Les différences entre les latitudes trouvées directement par des observations astronomiques et celles déduites des opérations géodésiques ne s'y élèvent qu'à $\pm 1'',75$. Quoique ces différences soient beaucoup plus grandes que les erreurs d'observation, elles sont loin d'atteindre celles qui ont été trouvées dans d'autres contrées. Nos stations sont dans le voisinage de celles dont parle M. Struve. Il paraît donc que, dans les vastes plaines de la Russie occidentale, les directions et les intensités de la gravité ne sont pas sujettes à des anomalies produisant des changements sensibles d'une de nos stations à une autre. »

Les pendules à réversion, qui ont servi pour les expériences de M. Sawitsch en Russie, ont été mis ensuite à la disposition du colonel Walker, surintendant de la grande triangulation dans l'Inde britannique.

Alfred Gautier.

DE L'UTILITÉ

DES

CARTES GÉOLOGIQUES POUR L'AGRICULTURE

Par M. E. RISLER.

Depuis une vingtaine d'années l'agriculture est sortie des règles empiriques au milieu desquelles elle tâtonnait depuis l'origine de nos civilisations, et elle commence à s'établir sur des bases réellement scientifiques, c'est-à-dire sur la connaissance des lois qui régissent le développement des plantes.

Elle doit ce progrès à la chimie. Cette science, qui ne compte pas encore un siècle d'existence, avait à créer ses méthodes analytiques avant de pouvoir les appliquer à l'étude délicate de la composition des végétaux et des milieux dans lesquels ils croissent. Grâce aux travaux de Th. de Saussure, de MM. Boussingault, Liebig et de leurs nombreux successeurs, en dernier lieu principalement de MM. Lawes et Gilbert, en Angleterre, et des directeurs de stations agronomiques en Allemagne, le problème a marché rapidement vers sa solution et l'on a le droit de dire dès aujourd'hui qu'étant donnée une graine, *on peut en faire une plante* en mettant à sa disposition de l'azote sous la forme d'ammoniaque ou d'acide nitrique, du phosphore, du soufre, de la chaux, de la magnésie, de la potasse et du fer en combinaisons solubles dans l'eau. L'atmosphère fournira le reste. Pour certaines plantes, il faut ajouter le chlore à cette liste. Quant à la silice et à

l'alumine, elles ne jouent qu'un rôle secondaire et indirect par les propriétés physiques que leurs combinaisons donnent à la terre. Cela est tellement vrai, que l'on peut obtenir de belles plantes dans de l'eau pure tenant en dissolution du nitrate de chaux, du phosphate de potasse, du sulfate de magnésie et un sel de fer, ou dans du sable de quartz pur arrosé avec cette dissolution.

Pour l'agriculteur, il s'agit de savoir quelles sont, parmi les substances nécessaires au développement des plantes, celles qui se trouvent *dans tel sol* en quantités suffisantes et en combinaisons solubles et, comme complément, quelles sont les matières qu'il faudra y ajouter sous forme d'engrais pour suppléer à ce qui manque et arriver ainsi à produire des récoltes satisfaisantes. — Quelles sont les matières qui font défaut ? — voilà la question. Comment y répondre ?

Il y a deux méthodes, mais toutes les deux sont excessivement difficiles à appliquer, elles sont pour ainsi dire impuissantes, si la géologie ne vient pas au secours de la chimie.

En effet, la première de ces méthodes consiste dans l'analyse chimique de la terre. Or, pour faire une analyse, il faut commencer par choisir un échantillon de terre et, si ce choix est mal fait, l'analyse la plus parfaite ne donnera que des résultats trompeurs. Comment donc choisir cet échantillon ? — La plupart des traités de chimie agricole disent : « Prenez des échantillons en divers points du *champ* dont vous voulez déterminer la composition moyenne et mélangez-les bien intimement. » Ce procédé peut conduire à des résultats assez justes, si l'on suppose que le sous-sol est partout à peu près homogène, et si le sol arable a été formé par la décomposition sur place du

sous-sol; encore est-il rare qu'un champ soit parfaitement horizontal et, pour peu qu'il soit incliné, la couche meuble sera plus profonde dans la partie inférieure que dans la partie supérieure et y renfermera certaines matières en quantités plus ou moins grandes. Si le terrain en question est dominé par des terrains d'une autre nature et que les eaux y amènent constamment des alluvions provenant de ces derniers, on pourra avoir sur une certaine étendue et jusqu'à une certaine profondeur une couche de terre complétement différente de celle qui suit et du sous-sol sur lequel toutes les deux reposent. Quant au sous-sol, il peut varier complétement d'un point à un autre. Le mot *champ* signifie surface géométrique ou cadastrale, mais n'a aucune espèce de rapport avec les qualités de la terre. Peut-être une moitié de ce champ a-t-elle un sous-sol graveleux, alluvion de calcaire jurassique, tandis que l'autre moitié est de l'argile glaciaire. Si vous prenez des échantillons dans les deux moitiés et que vous les mélangiez avant de les analyser, vous arriverez à une composition chimique qui ne représente ni l'une, ni l'autre de ces deux moitiés.

Il faut donc, avant de prélever les échantillons, étudier le terrain, et dans cette étude les connaissances géologiques sont très-utiles, sinon indispensables, à l'agriculteur. Elles lui apprennent à se servir des cartes géologiques et, dans les cas où celles-ci ne sont pas assez détaillées pour rendre compte de tous les accidents locaux, à y suppléer par l'habitude d'observer et d'apprécier l'identité ou la différence des terres d'après leur origine et leur mode de formation.

Analyser quantitativement une terre est un travail long et difficile ; bien peu d'agriculteurs seraient capables de

le faire eux-mêmes et les chimistes ne peuvent s'en charger que moyennant une rémunération suffisamment élevée. Mais à quoi bon faire l'analyse des champs de chacun des milliers de propriétaires qui cultivent des sols de même nature ? —— Si cette analogie est démontrée, et ce n'est qu'au moyen de la géologie qu'elle peut se démontrer, un petit nombre d'analyses suffira pour tous ces propriétaires, à condition toutefois que ces derniers puissent savoir par de bonnes cartes géologiques quelle est l'origine des terrains auxquels ils ont à faire et qu'ils aient eux-mêmes assez de connaissances scientifiques pour apprécier les données de l'analyse, tenir compte des limites dans lesquelles elles peuvent varier et en déduire les conséquences utiles pour leur pratique. S'ils ne peuvent pas faire eux-mêmes ces appréciations, il faut que les chimistes ou géologues agronomes les aident de leurs conseils.

La deuxième méthode dont on peut se servir pour déterminer les éléments qui manquent dans un sol et, par suite, ceux qu'il faut y introduire comme engrais, est tout empirique. Elle consiste à y tracer des parcelles égales de quelques toises chacune, à y répandre un sel de potasse, un sel de chaux, un phosphate, un sel ammoniacal, séparément d'abord, et puis associés 2 à 2 ou 3 à 3 et à observer les effets de ces substances sur les récoltes, en les comparant à des parcelles sans aucune espèce d'engrais. Si le phosphate a produit un effet favorable, on en conclut que le sol a besoin de phosphates. Si le nitrate ou le sel ammoniacal en a produit, on juge qu'une addition d'azote lui sera utile. Si tous deux ont fait du bien à la récolte, soit isolés, soit associés, on admet qu'il faudra employer des engrais à la fois phosphatés et azotés. On a appelé cette méthode *analyse du sol par les engrais.* Mais

on voit de prime abord que, pour cette méthode, comme pour l'analyse, une étude géologique des terres doit précéder l'étude chimique et dire : Ici une différence dans l'origine des terres fait préjuger une différence dans leur composition chimique ; là, au contraire, l'analogie dans le mode de formation fait croire que les principes nutritifs qu'elles renferment se ressemblent également, ou du moins que leurs quantités varient seulement dans certaines limites.

Ainsi, pour le domaine que je cultive depuis 15 ans à Calèves, près de Nyon, dans le canton de Vaud, et qui est situé tout entier sur l'argile glaciaire, l'analyse chimique et l'expérience m'ont démontré que les terres y renferment des quantités de potasse suffisantes pour toutes les récoltes, mais qu'il est utile d'ajouter au fumier de ferme ou d'employer alternativement avec lui des engrais contenant des phosphates et environ 5 °/₀ d'azote.

Appuyé sur ces expériences, je peux dire à tous les agriculteurs qui cultivent des terres situées sur les argiles formées par les anciens glaciers de la vallée du Rhône :

« Voici la formule que vous devez employer pour vos engrais ; c'est à vous de voir ensuite sous quelle forme vous pouvez acheter au meilleur marché les phosphates et l'azote dont vous avez besoin. »

Peut-être les résultats ne seraient-ils pas tout à fait les mêmes pour les argiles glaciaires de la vallée de l'Aar, de celle de la Reuss ou de celle du Rhin, c'est une étude à faire en lieu et place ; il faudrait, en la faisant, tenir compte des modifications que les glaciers des vallées latérales ont amenées dans la nature des dépôts, mais, dans tous les cas, chaque modification apportée aux terrains par les phénomènes géologiques, ayant été produite sur

une étendue notable, une seule analyse ou un petit nombre d'analyses suffiront pour donner des renseignements sur un grand espace.

Il y aurait à étudier de même les divers étages de la mollasse, du calcaire jurassique et toutes les formations géologiques dont les roches ont contribué à former le sol arable de la Suisse.

On trouve fréquemment sur le flanc de nos montagnes des combes plus ou moins grandes, dont le sol est formé de marnes ou de calcaires marneux appartenant les uns au terrain néocomien, d'autres au terrain oxfordien, d'autres encore au lias, etc. : si des analyses viennent à montrer que ces marnes ou ces calcaires marneux ont des compositions différentes, l'agriculteur devra recourir au géologue ou aux cartes géologiques pour savoir si la couche dans laquelle il travaille est néocomienne, oxfordienne ou liasique.

Une telle étude serait la réalisation des conseils donnés par M. de Liebig à l'agriculture moderne; elle a une importance capitale pour les progrès de cette agriculture, elle est même urgente, si l'on veut empêcher l'appauvrissement graduel de nos terres amenée par les exportations continuelles de phosphates sous forme de grains, de bétail et de lait. « Si une terre est pauvre en phosphates, dit l'illustre chimiste, vous aurez beau y enfouir du fumier et du fumier et toujours du fumier ; comme, en définitive, ce fumier représente les fourrages et les pailles récoltées sur la ferme elle-même et appauvris de tous les principes que la vente de certains produits leur a enlevés, il ne peut rendre à la terre qu'une partie de ce que cette terre lui a donné; il ne peut pas lui donner les phosphates dont elle manque et dont elle

manquera de plus en plus. Il n'y a qu'un seul moyen de sortir de ce cercle vicieux : c'est d'ajouter au fumier les phosphates qui font défaut. »

Où prendre ces phosphates ? — dans les os que les villes rendent à l'agriculture, ou dans le guano qui représente les phosphates amenés au sein des mers et condensés ensuite par le travail successif des plantes marines qui se nourrissent des substances dissoutes dans les eaux, des poissons qui se nourrissent des plantes marines et des albatros qui se nourrissent de poissons et déposent enfin leurs excréments sur les îles et les côtes du Pérou. Mais cela ne suffit pas. C'est encore la géologie qui va venir au secours de l'agriculture pour lui donner les moyens de combler ce déficit.

Si les terres dérivées de certaines formations sont trop pauvres en phosphates, il se trouve ailleurs des couches qui en contiennent de véritables mines et qui sont déjà régulièrement exploitées, en Angleterre, en France et en Allemagne. Ce sont des couches qui font partie des grès verts ou d'autres formations, dépôts de phosphates qui subviennent aux besoins de notre agriculture, comme les dépôts de houille subviennent à ceux de notre industrie et de nos chemins de fer. Où se trouvent ces couches précieuses ? — Peut-être y en a-t-il dans d'autres formations, par exemple dans le lias, dans l'infra-lias ou le calcaire jurassique. Peut-être trouvera-t-on [1] en Suisse des coprolithes et des marnes riches en acide phosphorique. Peut-être trouvera-t-on dans les Alpes des apatites semblables à celles de l'Espagne. Ce sont encore les cartes

[1] En effet, MM. Escher et Piccard en ont déjà trouvé dans plusieurs localités, et une compagnie vient de se former pour exploiter le dépôt de fossiles de la Perte-du-Rhône, non loin du canton de Genève.

géologiques qui guideront les agronomes dans ces recherches importantes.

Pour la potasse nous aurons à faire un travail semblable. Quelles sont les terres qui ne renferment pas assez de potasse ? Où trouver ce qui leur manque? A Stassfurth près de Halle, en Allemagne, on a découvert des couches de chlorure de potassium qui rendent déjà de grands services à l'agriculture. Ailleurs, on puise la potasse dans des roches feldspathiques faciles à décomposer ; nous en avons un exemple en Suisse dans les schistes que l'on exploite près de Sion, dans le Valais, pour les employer comme engrais. Y en a-t-il ailleurs ? les cartes géologiques nous aideront à les trouver.

Si, de la question des engrais et de la composition chimique des terres, nous passons à celle de leurs propriétés physiques, nous trouverons que la géologie peut encore rendre de grands services à l'agriculteur, en l'aidant à corriger ces propriétés physiques, soit par le drainage, soit par les irrigations. Quand un terrain souffre par un excès d'eau, on doit se demander d'abord d'où provient cette eau, puis comment et où l'écouler. Or, on ne peut répondre à ces questions d'une façon rationnelle qu'après avoir fait une étude préalable de ce terrain et des terrains voisins, étude dans laquelle la géologie devient le guide naturel de l'ingénieur agricole. Ici, il faudra appliquer le système des drains parallèles et équidistants que les Anglais ont inventés ; mais faut-il que ces drains suivent la plus grande pente ? ou faut-il les placer en travers de cette pente ? Cela dépend de la disposition des couches aquifères. Quelquefois le drainage pourra être beaucoup simplifié : s'il y a à une certaine profondeur des couches de gravier ou des rocs fissurés, comme certains calcaires

jurassiques, il suffit d'y jeter les eaux pour s'en débarrasser. Partout les méthodes de drainage doivent varier avec la nature des terres.

Il en est de même de la recherche des eaux de sources destinées, soit à l'alimentation des hommes et des animaux, soit à l'irrigation des prés. La quantité des eaux et le niveau auquel on peut les recueillir sont en relation directe avec la surface absorbante des bassins qui alimentent les sources et avec la disposition des couches d'argiles ou des roches imperméables qui forment la cuvette de ces réservoirs naturels.

La qualité des eaux dépend de la composition chimique des terrains qu'elles ont traversés et dans lesquels elles ont dissous telle substance ou telle autre. Les eaux qui sortent de terrains calcaires seront ordinairement riches en carbonate de chaux ; celles qui viennent d'une formation granitique contiendront beaucoup de sels de potasse, et les irrigations seront d'autant plus fécondantes qu'elles verseront les eaux chargées de potasse sur des terrains calcaires et vice versâ. D'ailleurs les méthodes d'irrigation doivent varier également avec la nature des eaux et des sols sur lesquels on les emploie.

Ainsi pour les irrigations et la recherche des sources, comme pour le drainage et l'emploi des engrais, on peut jusqu'à un certain point indiquer des règles spéciales à suivre pour les terrains situés sur chaque formation géologique, et, si ces règles ne sont pas encore établies avec plus de précision, c'est que les études des agronomes ne sont pas encore suffisamment dirigées dans ce sens, que trop souvent ils ne possèdent pas eux-mêmes assez de connaissances scientifiques pour guider leurs observations et que, jusqu'à ces dernières années, les cartes géo-

logiques n'étaient pas assez détaillées pour rendre à l'agriculture tous les services que pourront lui rendre des cartes faites sur une échelle plus grande, comme celles qui se publient en ce moment pour la Suisse sous la direction de la commission géologique nommée par la Société des naturalistes suisses. Quand cette publication, digne complément de la magnifique œuvre de M. le général Dufour, sera complète, il reste à souhaiter que l'on fasse pour les régions les plus importantes par leur agriculture, des cartes à une échelle majeure (ce qu'on appelle des cartes *agronomiques*) sur lesquelles on indiquera, autant que possible, les variations de la nature du sol superficiel, les sources, les courbes de nivellement, etc., au moyen de signes particuliers, de hachures ou de lettres superposées aux teintes unies des formations géologiques [1].

Appuyée sur cette base, l'étude chimique et hydrographique du sol pourra se faire avec méthode ; les agronomes, intermédiaires entre les géologues et les cultivateurs, pourront en déduire des règles pratiques sous une forme assez nette pour être comprise par ces derniers; et les richesses naturelles que renferment nos terres seront utilisées d'une manière de plus en plus rationnelle et fructueuse.

Certes je suis loin de prétendre que les terrains carac-

[1] Outre les quatre feuilles relatives au canton de Bâle, par M. A. Müller, on a déjà publié les feuilles III, VI, VII, VIII, X, XI, XV, XVI, XX et XXII. Il est à regretter que la commission géologique n'ait point pu publier sa carte au $^1/_{50000}$ comme elle en avait exprimé le désir. Cependant la carte de Suisse, à l'échelle de $^1/_{50000}$, est en voie de publication ; un certain nombre de feuilles ont déjà paru, et elles conviendront parfaitement pour en faire d'excellentes cartes agronomiques. Elles n'ont été publiées que lorsque la commission géologique avait commencé ses travaux à l'échelle de $^1/_{100000}$.

térisés par les mêmes fossiles offrent partout la même composition minéralogique. Il n'y a rien d'absolu dans ce rapport, mais il est assez grand pour devenir très-souvent un guide précieux dans les recherches agronomiques.

Je suis également loin de prétendre que la terre arable a toujours pour origine les roches qui lui servent de sous-sol. Il faut distinguer les *terrains sédentaires* ou formés sur place par la décomposition des roches sous-jacentes et les *terrains de transport.* Mais la géologie n'apprend-t-elle pas à les distinguer et, pour les seconds, ne nous indique-t-elle pas les lois suivant lesquelles se font ces transports ?

Lorsqu'on voyage, la carte géologique à la main, et que l'on compare les systèmes de culture des diverses contrées que l'on traverse avec les terrains qu'ils occupent, on est souvent frappé de la netteté des rapports qui relient les uns et les autres. Quelquefois l'influence du sol est modifiée jusqu'à un certain point par celle du climat. Quelquefois les circonstances économiques, la densité des populations, la distance des marchés, etc., deviennent les facteurs prédominants ; le travail de l'homme modifie la nature et efface ses caractères primitifs, mais il ne réussit pourtant jamais à les effacer complétement, car le travail lui-même, pour être profitable, doit varier avec les conditions naturelles dans lesquelles il s'exerce.

En résumé, partout la science qui étudie l'histoire de notre globe peut devenir l'utile auxiliaire de l'art qui nous apprend à en cultiver la surface.

COMPARAISON

DES

INTENSITÉS CALORIFIQUES

DU RAYONNEMENT SOLAIRE

ET DU

RAYONNEMENT D'UN CORPS CHAUFFÉ A LA LAMPE OXYHYDRIQUE

PAR

M. J.-L. SORET.

On s'est beaucoup occupé dans ces derniers temps de la question de la température du Soleil, et il s'est manifesté à cet égard les opinions les plus divergentes: tandis que quelques savants évaluent cette température à plusieurs millions de degrés centigrades, d'autres l'abaissent jusqu'à 2000 ou 1500 degrés.

Je ne pense pas que dans l'état actuel de la science, il soit possible d'arriver sur ce sujet à une conclusion présentant une grande certitude. Il m'a paru cependant qu'il y aurait quelque intérêt à comparer directement l'intensité de la radiation calorifique solaire, avec celle d'un corps présentant le même diamètre apparent que le Soleil et chauffé à une haute température. On a déjà fait quelques comparaisons de ce genre, mais en mesurant l'intensité de la radiation par son action lumineuse ou chimique, procédé qui n'est pas très-concluant au point de vue de la question de la température : on sait, en effet, que notre atmosphère absorbe une forte proportion des rayons les plus réfrangibles, tellement que suivant MM. Roscoe et Baxendell, le

Soleil au moment de son coucher n'exerce presque plus d'action chimique directe.

J'ai essayé de faire la comparaison de l'intensité thermique à l'aide de l'un des actinomètres que j'emploie dans mes recherches sur la chaleur solaire [1]. Cet instrument est basé sur le principe de la mesure de l'élévation de la température que subit un thermomètre placé dans une enceinte de température déterminée, et sur le réservoir duquel tombent les rayons solaires passant par une ouverture ménagée dans l'enceinte. La mesure de l'intensité de la radiation est donc l'excès de la température que prend le thermomètre, sur la température qu'il indiquerait si l'ouverture de l'enceinte était interceptée. — On a souvent fait usage de cette méthode; Pouillet l'avait essayée ; depuis lors elle a été employée par M. Waterston, le R. P. Secchi, et par moi-même.

Les différents actinomètres dont on s'est servi dans ce but se composent essentiellement d'une enceinte formée d'un tube métallique de 3 ou 4 centimètres de diamètre dont l'axe est dirigé vers le Soleil. Un diaphragme fixé à l'extrémité du tube ne laisse pénétrer les rayons solaires que par une ouverture d'un diamètre déterminé. L'autre extrémité du tube est bouchée. Une tubulure latérale permet d'introduire le réservoir d'un thermomètre, qui est noirci au noir de fumée et vient se placer dans l'axe de l'appareil. Le tube formant l'enceinte est entouré d'un cylindre

[1] Je poursuis ces recherches depuis plusieurs années ; j'en ai déjà fait connaître quelques résultats (voyez *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 1867, tome LXV, p. 526, et 1868, tome LXVI, p. 810), et j'espère pouvoir faire prochainement une publication plus étendue sur ce sujet.

plus large, et dans l'espace annulaire compris entre eux, on introduit de l'eau ou de la glace pilée.

Pour arriver à donner de la précision à cette méthode, il faut beaucoup de précautions sur lesquelles je n'insisterai pas ici en détail. Je me borne à dire que l'une des principales difficultés réside dans la détermination exacte de la température que prendrait le thermomètre dans l'enceinte s'il ne recevait pas les rayons solaires. Quelques observateurs se sont bornés à admettre pour cette température celle d'un thermomètre plongé dans l'eau qui entoure cette enceinte. On peut ainsi commettre des erreurs notables particulièrement si l'eau n'est pas agitée de manière à en égaliser la température dans les diverses couches.

Dans l'actinomètre, facilement transportable, que j'avais employé pour mes premières recherches sur la chaleur solaire, et que j'emploie encore pour les observations à faire en voyage, j'ai cherché à surmonter la difficulté en entourant l'enceinte de glace ou de neige. On peut arriver ainsi à de très-bons résultats ; mais il ne faut pas croire que le thermomètre prenne rigoureusement la température de la glace fondante, lorsqu'il ne reçoit pas les rayons du Soleil : il y a toujours une différence, variable suivant les circonstances, et qu'il faut avoir soin de déterminer par une observation directe.

Dans la construction d'un nouvel actinomètre, que ses dimensions rendraient difficilement transportable, je suis arrivé à des déterminations encore plus précises. Je vais indiquer brièvement quelle est la disposition de cet appareil qui est installé maintenant dans l'une des coupoles de l'Observatoire de Genève.

Il est formé d'un réservoir cylindrique en laiton, de

$0^m,15$ de longueur et $0^m,30$ de diamètre, dont l'axe peut être exactement dirigé vers le Soleil. Dans ce réservoir circule un courant d'eau, fournie par les conduites de la Ville; l'eau amenée par un tube de caoutchouc arrive par le point le plus bas et ressort par le point le plus haut. De plus ce courant d'eau détermine automatiquement et périodiquement le passage d'un courant d'air dont les bulles agitent fortement la masse d'eau. Voici comment se produit ce courant d'air. Avant d'arriver à la tubulure inférieure du réservoir cylindrique, l'eau passe par un bout de tube de verre de 2 centimètres de diamètre environ, auquel aboutit également un tube en caoutchouc dont l'autre extrémité, relevée au-dessus du niveau supérieur de l'appareil, communique librement avec l'atmosphère. La tubulure supérieure par laquelle l'eau ressort du réservoir est munie d'un tube de caoutchouc descendant, formant un syphon susceptible de débiter une quantité d'eau plus forte que celle qu'on laisse arriver dans l'appareil. — On comprend que l'eau introduite par le bas commence à remplir le réservoir en chassant l'air qu'il contient; quand tout l'air est expulsé, l'eau sort par la tubulure supérieure, le syphon s'amorce, et comme il débite plus d'eau qu'il n'en arrive, il se fait le vide dans l'appareil. Sous l'influence de cette succion, une certaine quantité d'air pénètre rapidement par le tube qui communique avec l'atmosphère et agite fortement l'eau. Cet air, arrivant à la partie supérieure du réservoir, désamorce le syphon, qui s'amorce de nouveau au bout de quelques instants lorsqu'il est arrivé une quantité d'eau suffisante.

On obtient ainsi dans le réservoir cylindrique une température égale et très-peu variable pendant la durée des observations.

Maintenant au lieu d'avoir, comme dans les appareils dont j'ai déjà parlé, un seul tube dont l'axe coïncide avec celui de ce cylindre, et un seul thermomètre dont le réservoir noirci est placé dans l'axe de l'appareil entier, mon actinomètre a quatre tubes, parallèles entre eux et à l'axe du cylindre-réservoir, et portant chacun un thermomètre à boule noircie. Les tiges des thermomètres sortent horizontalement de l'appareil deux d'un côté, deux de l'autre. — Chacun des quatre tubes est noirci à l'intérieur, fermé à la base et muni à l'autre extrémité d'un diaphragme qui peut à volonté être ouvert ou fermé par un couvercle en laiton. Quand l'appareil est orienté, en ouvrant un ou plusieurs des tubes, les rayons du soleil tombent sur les réservoirs des thermomètres qui y sont contenus.

On a ainsi deux paires de thermomètres parfaitement symétriques placés au même niveau. Si l'on veut mesurer la radiation solaire directe, on se servira de l'une des paires de thermomètres, en ouvrant l'un des tubes et en maintenant le second fermé; la différence de température des deux thermomètres donnera la mesure de l'intensité de la radiation solaire.

La seconde paire de thermomètres peut servir, soit comme contrôle, soit pour d'autres observations, par exemple pour mesurer l'intensité de la radiation solaire après son passage au travers d'une couche d'eau qui arrête la chaleur obscure, etc. — Dans les expériences dont j'ai à parler aujourd'hui, je ne me suis servi que d'une paire de thermomètres.

Sous l'influence de la chaleur solaire, le thermomètre subit une élévation de température naturellement variable suivant la saison, l'heure et les circonstances atmos-

phériques. Dans mon appareil elle dépasse 14°,5, quand la radiation est très-énergique (à Genève).

Je ferai remarquer que ce chiffre dépend de la construction de l'actinomètre, de la forme et de la disposition du thermomètre. Avec mon petit actinomètre transportable, l'élévation de température est plus grande, elle dépasse quelquefois 16° (à Genève). D'autres observateurs ont obtenu d'autres chiffres, ainsi M. Waterston a donné 27°,8 [1], et le Rév. P. Secchi 14° (à Rome), etc.

Parmi les circonstances qui influent sur cette élévation de température, il convient de citer l'action de la tige du thermomètre. Si le réservoir seul est noirci au noir de fumée, la tige ne l'étant pas, la température est notablement abaissée parce qu'une partie de la chaleur s'écoule par conductibilité dans la tige qui est à une température plus basse. Si la tige est noircie, son influence est encore variable suivant qu'une plus ou moins grande longueur en est exposée au Soleil. Il résulte de là que, puisque pour avoir des mesures exactes et comparables il faut que le thermomètre soit toujours rigoureusement placé de la même manière et que l'appareil soit toujours dirigé exactement vers le Soleil, un déplacement même assez petit peut produire des différences sensibles.

Arrivons à la mesure de l'intensité de la radiation

[1] C'est aux Indes et par une hauteur du Soleil de 70 degrés que M. Waterston a obtenu ce chiffre de 27°,8, presque double de celuii que l'on a trouvé en Europe. Il me paraît peu probable que cette différence puisse être attribuée à une différence de même ordre dans l'intensité réelle de la radiation ; elle doit tenir en grande partie, je crois, à la disposition de l'appareil que je ne connais pas dans ses détails.

d'un corps chauffé artificiellement, détermination que j'ai essayé de faire avec mon actinomètre.

J'ai pris à cet effet une lampe à oxygène et gaz d'éclairage dont la flamme vient frapper sur la base d'un cylindre ou crayon de zircone incliné, de $5^{mm},75$ de diamètre (l'un des modèles de M. Tessié-Dumottay). On dispose l'appareil de manière que l'axe du crayon coïncide avec l'axe de celui des tubes de l'actinomètre que l'on doit tenir ouvert; ainsi le thermomètre ne *voit* que la base du crayon incandescent et ne reçoit pas de rayons émanant de la surface latérale. On place la lampe à une distance telle ($0^m,618$) que le diamètre du cylindre de zircone sous-tende, par rapport au thermomètre, un angle de $32'$. — En opérant ainsi, on a obtenu dans quatre expériences une élévation de température de

$0°,25$,
$0°,27$,
$0°,25$,
$0°,28$.

On s'est assuré que le crayon de zircone étant enlevé, la flamme oxhydrique seule ne produit pas d'effet appréciable.

Ainsi tandis que, comme nous l'avons vu, le Soleil produit sur l'actinomètre une élévation de température de plus de $14°$, un disque de zircone de même diamètre apparent que le Soleil, et chauffé à la lampe oxyhydrique, produit une élévation de température d'un quart de degré environ.

Je ferai remarquer que dans ces expériences l'action du corps chauffé peut être considérée comme un minimum; en effet la flamme de la lampe avait de petites

dimensions, et la température n'était pas le maximum de ce que l'on peut atteindre: c'est ce dont il était facile de s'assurer en regardant le crayon incandescent avec un verre bleu d'une épaisseur et d'une coloration convenables, qui laissent passer les rayons rouges, les rayons bleus et les violets, en interceptant toute la partie moyenne du spectre. Le Soleil ou un corps chauffé au blanc éblouissant vu au travers de ce verre paraît bleu clair, tandis qu'un corps au rouge vif, mais non éblouissant, paraît coloré d'une teinte pourpre, parce que les rayons bleus et violets sont en moindre proportion. En regardant le crayon de zircone avec ce verre, on a reconnu que le contour de sa base est coloré en pourpre, c'est-à-dire qu'en ces points la température est moins élevée qu'au centre, ce qui peut provenir soit de ce que la flamme n'était pas tout à fait assez forte, soit de ce que les parties saillantes se refroidissent plus rapidement.

Ainsi l'élévation d'un quart de degré que l'on a obtenue, peut être considérée comme un minimum.

Dans une autre expérience j'ai cherché à obtenir au contraire un maximum. A cet effet j'ai employé un crayon de magnésie plus gros que celui du zircone ($7^{mm},4$ de diamètre) chauffé avec une lampe à oxygène plus forte qui le portait entièrement au blanc le plus éblouissant. De plus j'ai placé la lampe à une distance un peu trop faible ($0^{m},725$) de manière que l'angle sous-tendu dépassât $32'$. Enfin j'ajoute qu'avec cette lampe plus forte, une portion de la flamme était fortement éclairante et devait agir directement par son rayonnement sur le thermomètre.

Dans ces conditions j'ai obtenu une élévation de température de $0°,44$.

Il ressort de ces expériences, et particulièrement de la dernière, que la radiation solaire, même après l'absorption qu'elle a subie dans notre atmosphère, est beaucoup plus intense que celle d'un corps du même diamètre apparent chauffé à la température de la lampe oxyhydrique. C'est ce que l'on pouvait prévoir.

D'autre part ces expériences, et particulièrement les premières, celles qui donnent comme minimum une élévation de température de 0°,25, prouvent expérimentalement que l'on n'est pas en droit de calculer la température du Soleil d'après le raisonnement qui a conduit quelques savants à admettre des chiffres énormes atteignant plusieurs millions de degrés.

Ce raisonnement consiste à admettre l'équation

$$t - \theta = \alpha T$$

en désignant par T, t et θ les températures du Soleil, du thermomètre de l'actinomètre, et de l'enceinte ; et par α le rapport de la surface apparente du Soleil à la surface totale d'une sphère concentrique au thermomètre, soit $\alpha = \frac{1}{183960}$. — Pour que cette équation fût exacte, il faudrait que la quantité de chaleur émise par un corps fût proportionnelle à la température à laquelle il se trouve, conformément à la loi de Newton, mais contrairement à la loi de Dulong et Petit[1].

En employant cette formule, et en partant de la valeur de $t - \theta$ que j'avais obtenue au sommet du Mont-Blanc, le Rév. P. Secchi était arrivé au chiffre $T = 5335000°$.

Pour contrôler l'exactitude de ce raisonnement, appli-

[1] C'est à peu près sous cette forme que M. Vicaire a présenté ce raisonnement dont il a consteste l'exactitude théorique. (Voyez *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 2 janvier 1872, page 31.)

quons-le à la détermination de la température de la zircone chauffée à la lampe oxyhydrique. On aura :

$$0^{\circ},25 = \frac{T}{183960}$$

d'où $$T = 45990^{\circ},$$

chiffre qui est absolument inadmissible, car la température d'un corps chauffé à la flamme oxyhydrique est tout au plus de 2500°. Il est impossible d'attribuer une pareille divergence à des erreurs d'observation, surtout si l'on remarque qu'il s'agit d'un minimum d'effet, comme nous l'avons vu, et de plus que le thermomètre de l'actinomètre est placé dans l'air, et non pas dans le vide où l'élévation de température serait encore plus grande.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

Alex. Buchan. Remarks on the climate of Jerusalem.

M. Buchan, secrétaire de la Société météorologique écossaise, a publié, dans le numéro de janvier 1872 des *Statements*, soit Documents de la Société britannique pour l'exploration scientifique de la Palestine, un article intéressant sur le climat de Jérusalem, d'après 3 ans et 4 mois d'observations météorologiques, qui ont été faites par le Dr Thomas Chaplin (du 1er novembre 1863 au 28 février 1867) à 9 heures du matin, avec des instruments bien vérifiés. Je vais en donner ici un extrait, qui fera suite à celui, relatif à la même région, inséré dans le numéro de novembre 1870 de nos *Archives*.

Pression atmosphérique.

La pression barométrique moyenne annuelle à Jérusalem, qui résulte de ces observations, réduite à la température de la glace fondante, est de 27,391 pouces anglais.

Elle est en moyenne de 27p,451 en janvier,
» » de 27,278 en juillet.

La plus grande, observée le 13 janvier 1866, a été de 27p,507.

La plus petite, le 3 février 1865, de 26p,904.

Ce qui donne seulement 0p,6 pour amplitude extrême des oscillations barométriques pendant les 42 mois d'observation, à la latitude nord de 31° 46′ 45″, et à la hauteur de 2,500 pieds au-dessus du niveau de la mer.

L'amplitude mensuelle la plus forte est de 0p,482 et elle a eu lieu en février, comme en Écosse, où elle est de 1p,557. La plus faible est en juillet, de 0p,149 à Jérusalem et de 0p,897

en Écosse. La différence de ces valeurs correspond bien à celle qui existe entre un climat très-variable et un autre qui l'est beaucoup moins.

La pression atmosphérique en Palestine est réglée principalement par la marche annuelle de la température de l'air. Les pressions basses d'été tiennent à ce que le continent asiatique et l'Europe orientale sont, en cette saison, beaucoup plus réchauffées que toutes les régions adjacentes; il en résulte une élévation de l'air et sa déversion sur les régions voisines, qui diminue la pression sur le district réchauffé. En hiver, au contraire, il y a grand abaissement de température dans ces mêmes régions orientales; l'air s'y condense alors et la pression atmosphérique est plus grande.

En Écosse, le *maximum* de pression arrive au printemps, quand le courant polaire passe sur le pays en allant vers le Sud, et le *minimum* a lieu dans les mois à la fois pluvieux et chauds.

Quoique les chutes de pluie aient lieu en Palestine dans les mois d'hiver et de plus grande pression, on ne doit pas en conclure que la pluie n'ait pas d'influence sur la hauteur du baromètre. M. Buchan a trouvé, au contraire, que, pendant les 42 mois d'observation dont il s'agit, sauf un ou deux cas de petite pluie, le baromètre a toujours baissé avant ou pendant la pluie. Les variations sont à leur *minimum* dans les mois sans pluie, où l'on ne voit pas de nuages pendant plusieurs semaines.

Les observations n'ayant été faites qu'à 9 heures du matin, on n'a pas pu en déduire la variation diurne régulière du baromètre en Palestine.

Température.

La température moyenne annuelle à Jérusalem qui résulte des observations du Dr Chaplin, est de 63°,4 de l'échelle Fahrenheit, soit de 17°,44 centigrades. D'après le tableau joint au rapport de M. Buchan, et qui donne les valeurs men-

suelles moyennes, ainsi que les *maxima* et *minima*, les observations ont été faites avec des thermomètres enregistreurs et à l'abri du soleil. La moyenne des 3 mois de décembre, janvier et février donne pour la température moyenne de l'hiver en degrés centigrades . . . . 9°,23

Celle des 3 mois d'été, juin, juillet et août, est de . 23°,69

La table de M. Dove donne pour ces valeurs respectives les chiffres 17°,0; 9°,8 et 23°,3.

Les températures moyennes des mois de janvier et février, de mars et avril, de juillet et août, de septembre et octobre diffèrent peu entre elles. Celle de janvier, mois le plus froid, est de 8°,44; celle d'août, mois le plus chaud, de 24°,53.

C'est en mai qu'a lieu le plus grand accroissement de température, causé par l'action diurne du soleil; les vents du sud sont alors moins fréquents qu'en hiver et ceux du nord le sont davantage. C'est le vent du nord-ouest qui prévaut en août, et qui amène de l'Asie de l'air chaud et sec. La température moyenne d'octobre est encore fort élevée, savoir: de 22°,11. M. Buchan l'attribue aux vents d'est et de sud-est qui dominent alors, et qui amènent en Palestine de l'air chaud d'Arabie.

Le *maximum* de chaleur observé par le Dr Chaplin a été de . . . . 39°,17 le 27 juin 1865;

Le *minimum* de . . . . —3°,89 le 20 janv. 1864.

Ce qui donne une amplitude de 43,06 entre les extrêmes de température.

La période comprise entre le 7 et le 24 octobre 1865 a été remarquablement chaude à Jérusalem, et le choléra y régnait très-fortement alors. Le ciel y était sans nuages, mais un peu vaporeux, et il y avait un léger zéphir du Nord ou de l'Est. Le *maximum* de température y a été de 34°,4 cent. et la température moyenne des 18 jours a été de 25°,2.

Il a fait très-chaud aussi du 27 mai au 2 juin 1866, époque où le pays était infesté de nuées de sauterelles. Le thermomètre s'y est élevé jusqu'à 35°,6. La température moyenne a

été de 24°,4, et l'amplitude diurne s'est élevée à près de 16 degrés, avec un air très-sec et un vent généralement léger de nord-ouest. Le thermomètre, qui était monté le 1er juin à 32°,8 est descendu le jour suivant à 23° 1/2.

Quant aux temps particulièrement froids, la période comprise entre le 16 janvier et le 5 février 1864 a présenté ce caractère; c'est la seule époque où le terrain ait gelé, et où l'on ait vu couvertes de glace les pièces d'eau. Après le *minimum* de —3°,89 du 20 janvier, la glace avait un pouce d'épaisseur; elle s'est maintenue le 22, et on en a encore observé du 29 janvier au 5 février. En 1865, le thermomètre s'est abaissé, du 13 janvier au 3 mars, entre 3 et 4 degrés au-dessus du point de congélation, et le *minimum* a été de +2°,2 le 26 février. Pendant l'hiver de 1865 à 1866, on a trouvé le 14 décembre de la glace en dehors de la ville; le thermomètre a marqué ce jour-là +2°,2 à 9 heures du matin. Il n'a été qu'à +1°,7 le 1er janvier. L'hiver suivant a présenté à peu près le même caractère; le *minimum* y a été de +2° le 8 janvier 1866; il est tombé la veille de la grêle, mais on n'a pas observé de gelée ni de glace.

L'amplitude diurne moyenne de la température à Jérusalem est de 10°,4 cent. Elle n'est que d'environ 7° en décembre et janvier, tandis qu'elle s'élève à 12° 1/2 de mai à octobre, pendant la saison sèche.

Humidité.

Des observations comparatives de thermomètres à boule sèche et à boule mouillée ont permis de déterminer l'humidité de l'atmosphère en Palestine, et elles ont servi à constater que le climat y est habituellement très-sec, mais qu'il est aussi très-humide dans une partie de l'année. Le 2 avril 1864, l'humidité (en adoptant son *maximum* à 100) n'était que de 23. Le 29 mai 1864, à 2 heures de l'après-midi, elle est descendue aux environs de 14, tandis qu'elle était à 29 à 9 h. du matin. Elle a été de 26 dans la période de chaleur de

mai 1866, et de 45 dans celle de froid de janvier 1864. Ainsi, l'air se maintient sec et calme dans ces époques de chaleur et de froid, ce qui facilite la radiation terrestre.

En revanche, dans la saison pluvieuse, l'air est quelquefois surchargé d'humidité, autant qu'il l'est en Irlande et sur la côte ouest de la Grande-Bretagne. Ainsi, le 14 février 1864, l'humidité a atteint son plus haut degré de saturation, avec une amplitude diurne de température d'environ 2 degrés seulement, et une pluie abondante.

Il y a beaucoup de vapeur d'eau dissoute dans l'atmosphère en été, mais, vu l'élévation de la température, cette vapeur ne profite à la végétation que durant la nuit sous forme de rosée. Le degré moyen d'humidité annuelle, qui résulte des 42 mois d'observations du Dr Chaplin, est de 53, la moyenne de l'hiver étant de 72,3 et celle de mai à août de 46,5.

Pluie.

En ce qui regarde les chutes de pluie, le climat de la Palestine se subdivise en saison humide et saison sèche. La seconde comprend les mois de mai à septembre, pendant lesquels il tombe à peine quelques gouttes de pluie, vers le commencement ou la fin de la période. La dernière moitié d'avril et la premiere d'octobre font encore partie de la saison sèche.

Pour les habitants du pays la pluie est l'élément du temps le plus important, parce que le produit des moissons dépend de la quantité de pluie et des époques de l'année où elle tombe. La première époque, si souvent mentionnée dans la Bible, qui a lieu ordinairement en octobre, est celle des semailles en Palestine. Sa valeur agronomique est très-grande, parce que, vu la grande sécheresse du sol privé de pluie pendant cinq mois, la graine ne pourrait germer sans chute de pluie.

La seconde époque de pluie a lieu dans la seconde moitié de mars et la première d'avril, tout juste avant la maturité et la

récolte du grain. La température étant encore de 16 degrés en novembre, lorsque les semailles sont faites, les pluies produisent une forte levée des plantes. Dans les trois mois suivants, la chaleur est la même qu'elle est en Écosse du milieu d'avril au milieu de mai, c'est-à-dire suffisante pour la croissance des plantes, mais peu favorable à leur floraison et à leur fructification. Cette remarque s'applique aussi aux plaines basses de la Palestine, excepté peut-être à celles de Jéricho, qui sont au-dessous du niveau de la mer. De là il résulte que, si les pluies manquent après février, les champs sont brûlés avant de fleurir et de mûrir ; ils ne produisent que de la menue-paille et la famine en est la redoutable conséquence. Si, au contraire, de fréquentes ondées accompagnent la chaleur croissante en mars et avril, les récoltes atteignent leur pleine maturité, et étant faites quand la saison sèche a commencé, le grain est emmagasiné dans la meilleure condition possible.

Il est tombé 8,84 p. angl. de pluie dans la saison pluvieuse de 1863 à 1864, à partir de novembre.
» 14,80 dans celle de 1864 à 1865,
» 17,87 » 1865 à 1866,
» 20,62 » 1866 à 1867.

Ce dernier chiffre se rapporte à la chute seulement jusqu'à la fin de février. Elle a été de 14 pouces $^3/_4$ à partir du 6 janvier.

Pendant la saison pluvieuse, il tombe fréquemment de 1 à 1 $^1/_2$ pouce de pluie en un jour, et quelquefois plus ; ainsi le 26 janvier 1867, il en est tombé un peu plus de 3 pouces, et 5 $^1/_4$ dans les quatre jours compris entre le 7 et le 10 du même mois. La pluie tombe presque toujours par les vents d'ouest et de sud-ouest.

Il y a eu, dans l'intervalle des observations, quatre chutes de grêle, dont trois en hiver et une en avril. On a compté onze orages en hiver et au printemps, et deux *Sciroccos* du sud, l'un en mars, l'autre en octobre, pendant lesquels l'humidité n'a été que de 32 et de 27. A. G.

PHYSIQUE.

De la Rive et Marcet. Chaleur spécifique du diamant.

Dans un travail récent sur la chaleur spécifique du carbone [1], M. Weber a trouvé que cette chaleur spécifique augmente avec la température, et cela dans des proportions qui n'ont été observées pour aucune autre substance. Il a obtenu, en particulier pour la chaleur spécifique du diamant, 0,0947 à 0°, 0,1435 à 50° et ainsi de suite jusqu'à 0,2791 à 200°.

Cette observation importante explique comment MM. de la Rive et Marcet avaient trouvé en 1840 [2] 0,1192 pour la chaleur spécifique du diamant, tandis que M. Regnault avait obtenu, en 1841 [3], 0,147 pour cette même chaleur spécifique. Rappelons que M. Weber a fait ses déterminations au moyen du calorimètre à glace de Bunsen, que MM. de la Rive et Marcet opéraient par la méthode du refroidissement, et M. Regnault par celle des mélanges. Or dans les expériences de M. Regnault le diamant était porté à la température de 98° au moment où il était plongé dans de l'eau dont la température maximum s'élevait par cette immersion à 10° environ. Dans les expériences de MM. de la Rive et Marcet, le diamant était porté à une température de 20 à 25° environ, et on observait sa vitesse de refroidissement de 11° à 3° dans une enceinte vide dont les parois étaient entretenues à 0°. Il n'est donc pas étonnant que, puisque la chaleur spécifique augmente considérablement avec la température, M. Regnault ait trouvé 0,147 pour cette chaleur spécifique lorsque le diamant a une température initiale de 98°, tandis que MM. de la

[1] Voyez *Archives des Sciences phys. et natur.*, tome XLIV, p. 172, juin 1872.

[2] *Bibl. Univ.* (août 1840), tome XXVIII, page 360.

[3] *Annales de Chimie et de Physique*, 3me série, tome I, pages 203 et 205.

Rive et Marcet ont trouvé 0,1192 quand la température initiale du diamant est seulement de 20 à 25°.

Remarquons que la chaleur spécifique (0,1192) trouvée par MM. de la Rive et Marcet est juste la moyenne des chaleurs spécifiques trouvées par M. Weber à 0° (0,0947), et à 50° (0,1435).

Ajoutons que MM. de la Rive et Marcet sont les premiers qui aient fait la détermination de la chaleur spécifique du diamant, détermination dont l'exactitude se trouve confirmée par les nouvelles recherches de M. Weber.

SEKULIC'. ULTRAVIOLETTE STRAHLEN, etc. LES RAYONS ULTRAVIOLETS SONT VISIBLES DIRECTEMENT. (*Pogg. Ann.*, tome CXLVI, p. 157; traduction.)

Dans une circonstance donnée, je voulus déterminer d'une manière précise la limite de la portion visible du spectre du côté de H; dans cette étude j'employai un spectroscope composé de deux prismes de flint, d'un collimateur et d'une lunette, et j'opérai avec la lumière solaire directe. Je parvins une fois de la sorte à apercevoir les cinq raies de ce groupe un peu effacées; encouragé par cette bonne fortune, j'étudiai avec soin l'instrument dans la position spéciale qui m'avait valu ce résultat. Après de longs tâtonnements je découvris que la visibilité de ces lignes et de la lumière voisine tient à l'emploi de la lumière solaire directe et est produite par l'image directe du Soleil. Lors donc que j'eus disposé le collimateur et la lentille de telle sorte que le Soleil fût projeté directement au foyer de la lentille, par conséquent sur la face réfractante du prisme, je vis la lumière avec les raies obscures jusqu'au groupe N. Le groupe M se montra avec une telle netteté, que l'on pouvait encore amener le fil du réticule avec la plus grande précision sur la troisième large raie. Le groupe N par contre était assez effacé, on n'en pouvait distinguer encore que la bande lumineuse.

Dans ces conditions je pus naturellement aussi observer exactement la couleur de la lumière. Celle-ci est, comme on l'a déjà dit, bleu-clair, je dirais presque gris d'argent, sans aucune trace de rouge. Pour mieux voir si elle renfermait du rouge, j'employai des verres bleus et violets dans l'idée que ces verres exerceraient sur la couleur un effet dont je pourrais tirer quelque conclusion sur le rouge contenu dans cette lumière. Lorsqu'on emploie le verre bleu, la lunette se remplit, pour me servir de cette expression, d'une brume bleue brillante, semblable à la lumière fluorescente de la quinine; ce nuage bleu lumineux se voit aussi sans le verre, mais avec une moindre intensité. En arrière l'on voit les raies obscures qui se dessinent comme des lignes noires sur un ruban d'argent. Lorsqu'on fait usage du verre violet, cette lumière brumeuse disparaît complétement, et on voit incomparablement mieux le ruban d'argent avec toutes les raies, se projetant sur le champ absolument obscur de la lunette.

Lorsque je comparai ces lignes avec la photographie de Müller (Müller, *Lehrbuch der Physik*), je reconnus l'identité absolue de toutes les lignes, de sorte que l'on ne peut qu'admirer l'exactitude de la représentation de cette portion du spectre telle que Müller l'a déduite d'une série de photographies.

Je m'occupe maintenant à mesurer les indices de réfraction pour les diverses raies et je poursuivrai ces recherches, devant sous peu recevoir un appareil en quartz.

J. Stefan. Influence de la chaleur sur la réfrangibilité de la lumière dans les corps solides. (*Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch.*, 1871, t. LXIII, p. 223-245; *Zeitschrift für die gesammten Naturwisensch.*, 1872, t. V, p. 72.)

On sait que dans les corps solides et liquides en général l'indice de réfraction diminue lorsque la température augmente. Le verre et le spath calcaire font exception à cette

règle. Pour le spath le fait s'expliquerait par son inégale dilatation dans différentes directions ; quant au verre, l'auteur pense que cela tient peut-être à ce qu'il est composé de cristaux irréguliers se comportant comme le spath. Mais M. Stefan s'est efforcé avant tout de déterminer dans quelle mesure la diminution de la réfraction par la chaleur dépend de la longueur d'onde des rayons lumineux. Il a exécuté sur ce point une série de mesures s'étendant non-seulement au verre, mais aussi au chlorure de sodium et de potassium, à l'alun de potassium, au spath fluor, etc. Il a trouvé que le sel gemme et la sylvine sont parmi les substances étudiées celles qui sont sous ce rapport les plus sensibles aux changements de température. au point que le déplacement du spectre donné par ces substances pourrait servir pour des mesures thermométriques. Dans le verre, les variations sont beaucoup plus faibles, elles se distinguent de celles obtenues avec le sel gemme et la sylvine, en ce qu'elles augmentent avec la température et en ce qu'elles sont plus marquées dans la portion bleue du spectre que dans le rouge, tandis que pour ces deux sels elles sont plus fortes dans le rouge.

J. TYNDALL. CONTRIBUTIONS TO MOLECULAR, etc. CONTRIBUTIONS A LA PHYSIQUE MOLÉCULAIRE DANS LE DOMAINE DE LA CHALEUR RAYONNANTE. (In-8°. Londres, Longmans, Green & Co, 1872.)

M. Tyndall a entrepris de réunir, en les réimprimant, ses divers mémoires scientifiques épars dans différents recueils. C'est ainsi qu'il y a deux ans il publiait un volume renfermant ses travaux sur le diamagnétisme [1]. Il vient de paraître un nouveau volume comprenant les recherches de l'auteur sur la chaleur rayonnante, recherches que nous avons souvent signalées aux lecteurs des *Archives*. Nous nous félici-

[1] On diamagnetism and magne-cristallic action. In-8°. Londres, 1870.

tons pour notre part de cette réimpression : les travaux de M. Tyndall sont trop importants, et il y a trop souvent à y recourir pour qu'il ne soit pas très-utile de les avoir facilement sous la main.

CHIMIE.

J. H. Gladstone et A. Tribe. — The action of oxygen on copper nitrate in a state of tension.... De l'action de l'oxygène sur le nitrate de cuivre dans l'état de tension. (*Proccedings of the Royal Society*, tome XX, n° 134.)

C'est à l'occasion d'expériences récentes, relatives à l'action du nitrate d'argent sur le cuivre, que les auteurs ont remarqué que les extrémités des cristaux d'argent devenaient fréquemment rouges, comme s'ils étaient recouverts d'une couche mince de cuivre métallique. Un examen plus attentif leur montra que ce phénomène n'avait lieu que lorsque le nitrate d'argent était épuisé, et seulement pour les cristaux d'argent restés en contact métallique avec le cuivre. Ils remarquèrent aussi que le libre accès de l'air était une condition indispensable à la formation de la couche cuivrée; que celle-ci ne se dépose jamais dans le cas de vases d'où l'oxygène est exclu, ni sur ceux des cristaux d'argent qui se trouvent à une certaine profondeur au-dessous de la surface du liquide, lors même qu'ils pouvaient être en contact immédiat avec le cuivre. En introduisant de l'oxygène dans une cloche renversée, remplie d'une solution de nitrate de cuivre, et tenant en suspension des cristaux d'argent reposant sur des branches de cuivre, on a remarqué que les extrémités des cristaux sont devenus rouges, et que la solution est remontée graduellement dans la cloche, par suite de l'absorption du gaz. L'oxygène de l'air, ou de l'oxygène mélangé avec de l'hydrogène ou de l'acide carbonique, s'est trouvé être absorbé de la même manière.

Plus tard les auteurs ont substitué au cuivre recouvert de

cristaux d'argent des plaques de chacun de ces deux métaux. Lorsque ces plaques, liées l'une à l'autre par un fil de fer, ont été plongées en partie dans une solution ordinaire de nitrate de cuivre, on a vu bientôt paraître sur la surface de la plaque d'argent un léger dépôt jaunâtre qui a été en croissant pendant un jour ou deux, tandis qu'au niveau de la surface du liquide ce dépôt était plus épais, et s'étendait même un peu au-dessous de la surface. Plus tard il a passé du jaune au rouge, et vu au microscope, il présentait une apparence cristalline.

Afin de s'assurer que le dépôt jaunâtre qui recouvrait la plaque d'argent n'était pas dû à de l'air dissous dans la solution même, les auteurs ont profité de la réaction ci-dessus pour préparer une solution de nitrate de cuivre dans laquelle il ne pouvait y avoir trace d'oxygène. Dans ce but, ils ont renfermé dans un cylindre étroit une solution ordinaire de sel de cuivre mélangée à du nitrate d'argent. Une bande de feuille de cuivre, retournée en spirale, de façon à retenir à sa surface l'argent déposé, a été introduite dans le cylindre, et y est restée pendant vingt-quatre heures. La solution, ainsi obtenue, ayant été exposée à l'action des plaques de cuivre et d'argent, au bout de quelques heures on n'a remarqué aucune diminution dans le lustre du disque d'argent, sauf au niveau, nettement limité, de la surface du liquide. En agitant cette même solution à l'air pendant trois ou quatre minutes, on a vu se précipiter un dépôt jaunâtre sur le métal blanc. La couleur de ce dépôt, de même que son aspect général, joint au fait qu'il ne se produit que là où il peut y avoir de l'oxygène absorbé, montre que ce n'est pas du cuivre à l'état métallique, mais bien de l'oxydule de cuivre. On en a eu d'ailleurs la preuve, en ce que de l'acide sulfurique dilué le transforme de suite en cuivre rouge métallique et en sulfate de cuivre. Les auteurs ont aussi remarqué la réaction suivante, mais qui n'est visible qu'au microscope. Si l'on traite le dépôt cuivré avec du nitrate d'argent, il ne se produit pas de cristaux ordinaires d'argent, mais au bout de quelques moments,

on voit apparaître de minces fils d'argent qui parcourent le liquide, s'entre-croisant souvent à angle aigu, pendant que les cristaux jaunâtres passent au noir. On a constaté que c'était aussi là une propriété de l'oxydule de cuivre.

La précipitation de l'oxyde de cuivre sur l'argent est accompagnée d'une dissolution équivalente du cuivre de l'autre plaque. C'est ainsi que dans une expérience faite avec une solution de nitrate de cuivre qui avait été exposée pendant quatre jours à l'air, on a constaté que la plaque d'argent avait augmenté en poids de 0,016 gr., tandis que la plaque de cuivre avait perdu 0,015 gr. Or, la quantité de cuivre requise pour la production de 0,016 gr. de l'oxydule serait un peu au-dessus de 0,014 gr.

Le fil métallique qui, dans l'expérience ci-dessus, a servi à lier les deux plaques, a une action prononcée sur l'aiguille du galvanomètre. Le courant développé passe à travers le liquide du cuivre à l'argent, c'est-à-dire, a lieu dans la même direction que si le cuivre avait été dissous par un acide, et de l'hydrogène dégagé sur la plaque d'argent. Les auteurs, occupés de l'origine de ce courant, étaient déjà convaincus par ce qui précède qu'il ne pouvait être dû à l'action de l'oxygène sur le cuivre; mais pour lever tout doute à cet égard, ils ont eu l'idée de plonger deux plaques unies de cuivre et d'argent, la première dans une solution pure, c'est-à-dire désoxygénée, de nitrate de cuivre, et la seconde dans une solution oxygénée, les deux liquides communiquant l'un avec l'autre à travers le diaphragme d'un élément de pile voltaïque. Au bout d'une demi-heure la plaque d'argent s'est trouvée couverte d'une pellicule rougeâtre, tandis que le cuivre était resté parfaitement intact. Lorsque l'expérience avait duré trois heures, on a trouvé que le poids de la plaque de cuivre avait diminué de 0,003 gr., tandis que la plaque d'argent avait augmenté de 0,004 gr. En intervertissant la position des plaques, on a remarqué que celle en cuivre se recouvrait d'une pellicule d'oxyde, tandis que la plaque

d'argent est restée parfaitement brillante. Les auteurs en concluent que, par suite de l'action simultanée des deux métaux, le sel dissous se trouve dans un état de tension tel, que l'oxygène produit une modification chimique qui autrement serait impossible, et que cette modification se fait sentir d'abord dans le voisinage immédiat du métal le plus négatif.

Bien que les auteurs n'aient étudié à fond que la réaction décrite plus haut, ils se sont convaincus par l'expérience que cette réaction n'est pas un fait isolé, et que chacun des éléments en jeu peut être remplacé par d'autres. C'est ainsi que le sulfate de cuivre peut être substitué au nitrate, et le platine à l'argent. De même le chlore peut être substitué à l'oxygène, avec production de sous-chlorure au lieu d'oxydule. On peut aussi se servir de zinc comme métal positif avec une solution de chlorure de zinc; dans ce cas, c'est le cuivre qui devient négatif, et c'est sur la surface de ce cuivre que se déposera la couche d'oxyde de zinc.

MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE.

Antonio Stoppani. Corso di geologia. Vol. I. Dinamica terrestre. Milano, 1871.

L'étude des forces qui agissent aujourd'hui à la surface du globe prend de jour en jour une place plus importante dans l'histoire de la géologie. Les progrès modernes de la science ont montré que c'est là qu'il faut chercher l'explication des phénomènes anciens dont nous ne pouvons plus constater que les effets, et cette nouvelle méthode a déjà produit dans la partie physique de l'étude de la géologie de notables modifications. Les sondages qui se font maintenant dans les mers de l'Amérique, de l'Angleterre, de la Scandinavie ont déjà amené et amèneront encore des changements dans la stratigraphie et dans les idées reçues sur la distribution des faunes marines; elles renverseront probablement bien des faits

que l'on croyait acquis à la science. Convaincu de la nécessité pour la géologie, de l'étude physique du globe, M. Stoppani consacre un volume entier du traité de géologie qu'il publie aujourd'hui à l'examen des phénomènes contemporains. « La géologie, dit-il, est l'histoire de la terre tirée de la « comparaison des effets produits par les causes actuelles « avec les faits qui attestent l'action des mêmes causes dans « le passé. »

Le seul volume qui ait encore paru porte le titre de dynamique terrestre, divisée par l'auteur en dynamique terrestre externe et interne. La première comprend l'étude de la terre en général et celle des forces physiques, chimiques et mécaniques qui agissent sur elle, la circulation atmosphérique, son influence par la distribution des vapeurs d'eau et comme agent d'érosion, les courants et les dénudations qu'ils produisent à la surface des continents, la circulation océanique, la force biologique et l'étude des bancs de coraux, les dépôts d'origine organique, enfin les glaciers alpins et polaires. Dans la seconde partie, l'auteur traite de la circulation souterraine des eaux, des sources, des volcans, de leur origine et de leur distribution, de la formation des montagnes volcaniques, des volcans sous-marins, des salses, des volcans de boue, des sources geysériennes, des émanations gazeuses, du pétrole, des tremblements de terre et des oscillations de l'écorce terrestre.

Ce volume, dans lequel ces divers sujets sont étudiés d'une manière aussi précise que détaillée, est orné de 98 illustrations. Les deux volumes suivants que nous espérons voir bientôt paraître seront consacrés l'un à la *géologie stratigraphique* ou à l'étude des couches qui composent l'écorce du globe, l'autre à la *géologie endographique* ou à l'examen des révolutions dues aux forces internes.

M. DELESSE. LITHOLOGIE DU FOND DES MERS. 2 vol. in-8° et un atlas.

Ce bel ouvrage, qui n'a pas coûté à son auteur moins de dix ans de recherches assidues, est destiné à faire connaître la nature du fond des mers, celle des dépôts qui s'y accumulent, le mode de répartition de ces dépôts et l'orographie sous-marine. M. Delesse a traité ce sujet presque nouveau dans la science d'une manière générale, mais il en a fait une application particulière aux mers qui baignent la France et sur lesquelles il a pu recueillir des matériaux beaucoup plus nombreux que sur celles du reste du globe. Il a établi dans ce travail les divisions suivantes :

1° *Préliminaires.* — Après avoir indiqué la méthode suivie dans cette étude et donné des renseignements précieux pour ceux qui s'occuperont de recherches analogues, il décrit brièvement l'orographie de la France, celle des mers qui la bordent et il montre l'utilité de la connaissance de la terre ferme pour l'étude des dépôts qui se forment dans la mer avoisinante, ces dépôts provenant soit de l'action destructrice des eaux sur les côtes, soit des débris amenés par les fleuves de toute l'étendue des bassins hydrographiques qu'ils parcourent.

2° *Agents principaux des dépôts marins.* — Ces agents sont les uns organiques, les autres inorganiques. Les animaux et les végétaux se développent en quantité immense dans les mers du globe et y laissent un nombre considérable de débris; certains animaux dégradent lentement les parois de la mer, tandis que d'autres, les polypiers, les huîtres, les serpules, les animaux adhérents au fond, édifient au lieu de détruire.

Parmi les agents inorganiques qui contribuent à former les dépôts marins, M. Delesse signale : *a*) l'atmosphère ; il étudie la force et la direction des vents et décrit à cette occasion les dunes et leur mode de formation, puis les eaux météoriques et la distribution des pluies en France; *b*) les eaux douces ou saumâtres, les rivières, leurs régimes, les

influences qui agissent sur elles, les matières qu'elles charrient et les dépôts qu'elles forment à leurs embouchures, les lacs et les étangs littoraux; *c*) la mer ; les eaux de la mer agissent avec plus de force que les eaux douces en raison de leur masse et de leur densité; elles attaquent plus facilement les roches à cause des sels qu'elles tiennent en dissolution : les vagues et les courants sont les deux agents d'érosion et de transport des matériaux qui forment les dépôts marins et leur action qui se lie à celle des marées est très-complexe. A ces agents, qui sont tous extérieurs, il faut joindre les agents intérieurs, les eaux souterraines, les éruptions et les dislocations de la croûte terrestre.

Le fond des mers présente un sol très-accidenté dont l'étude constitue l'orographie sous-marine. Il y existe, de même qu'à la surface émergée des continents, des montagnes et des vallées de fractures, des dépressions et des terrasses dues à l'érosion. Il est à remarquer cependant que le relief sous-marin est moins accentué que celui de la surface et que l'érosion qui, sur les continents, rend le relief plus accidenté, tend au contraire à niveler le fond de la mer.

Les dépôts marins peuvent être mécaniques, organiques ou chimiques, ou réunir ces caractères à des degrés divers ; leur nature varie suivant les profondeurs des mers, l'éloignement plus ou moins grand des côtes et un grand nombre de causes différentes.

3° *Composition minéralogique des dépôts marins des côtes de France.*— L'auteur examine successivement les dépôts littoraux et les dépôts sous-marins dans la Miditerranée et dans l'Océan ; il étudie aussi la distribution des êtres vivants sur les côtes et les conditions les plus favorables à leur développement. Les mollusques, très-rares lorsque la côte est abrupte ou formée de galets, sont généralement abondants, quand elle est composée de vase sableuse.

La nature minéralogique et chimique de la côte, ainsi que la température et la profondeur des eaux ont une grande influence sur la répartition des mollusques. On peut admettre

trois provinces zoologiques dans les mers qui baignent les côtes de la France, les provinces celtique, lusitanienne et méditerranéenne.

4° *Lithologie des mers principales du globe.* — Ce chapitre fait connaître la répartition et la composition minéralogique des couches marines qui se forment à l'époque actuelle, il indique aussi la distribution des mollusques et des plantes marines. L'auteur a résumé un nombre immense d'observations sur les Océans, les mers intérieures et les lacs : cette étude est d'une haute valeur par l'intérêt qu'elle présente et par les déductions qu'on peut en tirer pour la connaissance des mers anciennes.

Plusieurs cartes marines servent à la démonstration des résultats obtenus par M. Delesse dans la partie de l'ouvrage que nous venons d'analyser. L'auteur y a figuré au moyen de courbes horizontales et de teintes diverses la profondeur de la mer, la direction des vents et des courants, la nature du sol sous-marin, ses rapports avec l'orographie et la constitution lithologique des côtes ; ce sont des cartes lithologiques qui se distinguent des cartes géologiques en ce que les dépôts de même nature ont été coloriés de mêmes teintes sans tenir compte de leur âge respectif.

5° *France aux diverses époques géologiques.* — M. Delesse consacre la dernière partie de son ouvrage à l'application à la géologie, des faits et des lois exposés dans ce volume.

Il décrit l'état de la France aux diverses époques géologiques et cherche à opérer une restauration des mers anciennes. Cette étude est accompagnée de six cartes représentant les continents et les mers aux époques silurienne, triasique, liasique, éocène, pliocène et actuelle, dans l'espace occupé aujourd'hui par la France.

Dans le figuré de ces cartes, M. Delesse a étendu à toute la France le système des courbes horizontales employé par lui dans ses cartes géologiques souterraines de la ville de Paris et du département de la Seine. « Lorsque les terrains « ne sont pas recouverts par d'autres plus récents, dit

« M. Delesse, leurs courbes horizontales se confondent avec « celles du sol : lorsqu'au contraire, ils sont recouverts, le « tracé des courbes devient très-hypothétique et présente « de grandes difficultés ; quoi qu'il en soit, j'ai cherché à les « esquisser approximativement jusqu'au niveau de la mer. La « courbe ayant la cote zéro est particulièrement intéressante, « car elle figure l'intersection du niveau de la mer avec la « surface supérieure de chaque terrain : or si l'on admet que « ce niveau soit resté constant, les terrains qui s'élèvent au-« dessus de cette ligne ont nécessairement été soulevés et « émergés du fond de la mer. Afin de rendre le relief plus « sensible aux yeux, les courbes horizontales ont été combi-« nées avec des teintes d'autant plus foncées que l'altitude « est plus grande. »

Telle est la méthode ingénieuse adoptée par l'auteur pour la représentation des mers anciennes. On peut comprendre quelles difficultés il a dû surmonter pour appliquer à un pays aussi vaste que la France ce système de représentation. M. Delesse étudie en même temps les déformations subies par les terrains déposés sur le sol de la France, qui proviennent des soulèvements, des dénudations, de la pression exercée sur eux. Les déformations représentées sur les cartes par ce système de courbes sont « la somme de toutes « celles, grandes ou petites, qui se sont produites aux diffé-« rentes époques géologiques et depuis que le terrain a pris « naissance ; en sorte qu'elles sont d'autant plus nombreuses « et plus complexes qu'il est lui-même plus ancien. D'un « autre côté, la grandeur des déformations dépend beaucoup « moins de l'âge du terrain que de son voisinage d'un sys-« tème de montagnes. »

Une analyse si rapide ne peut donner qu'une idée imparfaite du grand nombre de matériaux accumulés dans ce travail, coordonnés d'une manière parfaitement logique et amenant très-naturellement à des conclusions d'une haute importance. Elle permettra du moins d'apprécier la nouveauté et la valeur de ce genre de recherches, soit pour la con-

naissance des mers actuelles, soit pour celle des mers anciennes; car une loi basée sur des faits qui se passent aujourd'hui dans le fond ou sur les côtes de la mer peut expliquer les observations faites dans tous les terrains stratifiés. Le texte est accompagné d'un volume entier de tableaux d'observations relatives aux dépôts atmosphériques, lacustres et marins; l'atlas de cartes dont nous avons parlé, et qui offre la représentation graphique des faits démontrés dans le cours de cet important ouvrage, est admirablement exécuté.

E. F.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

A. GRIMM. EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN, etc. RECHERCHES EXPÉRIMENTALES RELATIVES A L'ACTE DU VOMISSEMENT. (*Pflüger's Archiv*, 1871, p. 205). — KLEIMANN und SIMONOWITSCH. MÊME SUJET. (*Ibid.*, 1872, p. 280.) — Expériences faites dans le laboratoire de Zurich sous la direction de M. le professeur HERMANN.

M. Gianuzzi a été amené par ses recherches (*Centralblatt für d. med. Wissensch.*, 1865, pl. 1, et 129) à admettre que le centre nerveux dirigeant les mouvements des muscles qui président à l'acte du vomissement est situé au-dessus de la moelle épinière et très-probablement dans la moelle allongée. On sait d'autre part que les mouvements rhythmiques de la respiration sont sous la dépendance de l'innervation de la moelle allongée; les recherches de nombreux physiologistes, celles entre autres de MM. Traube, Thiry, Rosenthal, Pfluger, Hermann, Bert, etc. ont prouvé que le sang désoxygéné selon les uns, ou surchargé d'acide carbonique selon les autres, est l'agent excitateur des centres respiratoires (moelle allongée) et produit le besoin de respirer et l'accélération des mouvements de respiration.

M. Rosenthal a démontré de plus qu'en pratiquant artificiellement la respiration sur un animal au moyen d'un tube

introduit dans la trachée, on peut en accélérant cette insufflation suroxygéner le sang et produire ainsi le phénomène qu'il nomme l'*apnée*, état dans lequel le sang suroxygéné n'excite plus les centres respiratoires, d'où résulté la cessation de tout mouvement respiratoire. Si l'on interrompt la respiration artificielle l'oxygène en excès dans le sang ne tarde pas à être transformé en acide carbonique ; ce changement d'état du sang excite de nouveau les centres respiratoires, les mouvements respiratoires se rétablissent, puis augmentent de rapidité et d'ampleur en raison directe de la desoxygénation du sang, ou de sa surcharge d'acide carbonique.

Le phénomène de l'apnée modifie donc profondément le rhythme respiratoire, il était par conséquent très-naturel de rechercher si cet état du sang modifie également le vomissement dont le centre d'action paraît d'après M. Gianuzzi être aussi situé dans la moelle allongée, c'est ce qu'a fait M. Grimm.

Administrant dans ce but du tartre stibié à des chiens préalablement rendus apnéiques au moyen de l'insufflation d'air dans la trachée, l'auteur est arrivé aux conclusions suivantes :

« 1° Pendant l'entretien d'une respiration artificielle énergique l'action vomitive du tartre stibié n'est que rudimentaire et ne produit point l'évacuation de l'estomac.

« 2° La respiration artificielle dont l'action est de suspendre les mouvements respiratoires ne permet pas au vomitif d'agir.

« Ces faits tendent à faire admettre que le vomitif amène une excitation spéciale des centres respiratoires dont le mode d'action, pour être compris, réclame de nouvelles recherches. »

MM. *Kleimann* et *Simonowitsch*, sous la direction de M. le professeur *Hermann* ont, en expérimentant sur des chiens, comparé l'effet que produit le tartre stibié quand on l'introduit dans l'estomac, avec celui qu'il produit quand on l'injecte directement dans les veines. Ces auteurs sont arrivés au résultat inattendu que l'émétique introduit dans l'estomac agit

plus promptement et à plus faibles doses que lorsqu'on l'introduit dans une des veines jugulaires. Dans ce dernier cas, malgré les précautions que les expérimentateurs prirent pour que les chiens en expérience ne puissent en léchant la plaie veineuse introduire du tartre stibié dans leur estomac, ils ont pu constater la présence de l'antimoine dans les matières vomies, cet antimoine provenait par conséquent de l'injection veineuse, avait pu parvenir dans l'estomac par voie d'excrétion, et produire le vomissement par sa présence dans l'estomac; telle est du moins l'opinion que croit devoir adopter M. Hermann. Ces résultats expérimentaux sont en contradiction avec l'opinion de M. Gianuzzi, qui admet que le tartre stibié porte son action sur les centres nerveux : ils tendent à démontrer que ce médicament agit au contraire sur les terminaisons des nerfs innervant l'estomac, auxquels il faut probablement ajouter les nerfs innervant le pharynx et l'intestin, puisque les animaux dans les veines desquels on injecte de l'émétique après l'ablation de l'estomac peuvent encore vomir, comme l'avait déjà démontré Magendie.

M. Hermann nous promet de nouvelles publications sur ce sujet qui offre encore quelque obscurité. Dr P.

Dr R. Boehm, Privat-docent, et Louis Wartmann (de Genève), stud. med. Untersuchungen, etc. Recherches sur les effets physiologiques de l'alcaloïde tiré de l'aconitum napellus. (Wurzbourg, 1872.)

Les effets physiologiques de l'aconitine ont déjà été examinés par Schroff, Leonides von Praag et Achscharumow. Les auteurs du Mémoire que nous analysons se sont proposé de vérifier les résultats de leurs prédécesseurs, et de pousser plus loin l'étude d'un médicament énergique qui peut devenir rapidement mortel, dès qu'il est pris à une dose trop grande.

L'aconitine se présente sous la forme d'une poudre fine, sans couleur ni odeur, qui se dissout fort bien dans l'eau

distillée très-légèrement acidulée, en développant une odeur aromatique agréable. Chauffée avec de l'acide phosphorique elle se teint d'une nuance verte caractéristique. Pour se mettre à l'abri des altérations possibles, MM. Bœhm et Wartmann ont employé une solution toujours récente, à 1 °/ₒ.

Des doses de $0^{mg},5$ à 5^{mg} suffisent pour priver une grenouille de la faculté de se mouvoir, quand on les injecte dans la veine abdominale ou sous la peau de la région dorsale. Avant la paralysie, on voit se développer, sous l'influence de doses modérées quelques phénomènes caractéristiques. Des contractions se manifestent d'abord dans les muscles latéraux de l'abdomen, puis elles s'étendent dans les autres muscles, tantôt contrariant les mouvements respiratoires, tantôt s'accordant avec eux au point de les faire ressembler à ceux du vomissement et de repousser l'estomac jusque dans la gueule. Bientôt ces contractions gagnent les autres muscles, en commençant par ceux de l'extrémité postérieure, et finissent par atteindre ceux de l'extrémité antérieure. Tous ces symptômes précurseurs de la paralysie durent de dix à vingt minutes. Aussitôt après l'empoisonnement, l'animal souffre de vives douleurs, mais l'excitabilité réflexe s'amoindrit rapidement, et les mouvements ne se produisent plus que sous l'action des excitants les plus énergiques. Les derniers mouvements réflexes sont ceux d'occlusion des paupières provoqués par l'excitation des conjonctives au moyen d'une aiguille.

Chez les lapins, une injection sous-cutanée de $0^{gr},01$ à $0^{gr},05$ détermine au bout de 15 minutes (une injection dans la veine jugulaire au bout de 2 à 5 minutes) des mouvements très-intenses de la mâchoire, évidemment produits par l'hypersécrétion d'une salive filante. Les mouvements respiratoires se ralentissent considérablement, deviennent plus intenses, ressemblent à des crampes, en sorte que l'expiration paraît forcée. Une pause la sépare de l'inspiration suivante. La respiration est souvent suspendue pendant 15 à 30 secondes. L'expiration forcée rappelle les mouvements ru-

dimentaires de l'expectoration, et le diaphragme est soulevé puissamment dans la poitrine par les contractions spasmodiques des muscles obliques de l'abdomen. Bientôt surviennent des contractions fibrillaires des divers muscles volontaires, avec des crampes cloniques de courte durée apparaissant dans quelques groupes de muscles. La sécrétion de la conjonctive augmente d'une manière notable et les pupilles sont extrêmement dilatées. Après une demi-heure d'empoisonnement, l'animal traîne ses membres inférieurs à demi paralysés quand on l'oblige de se mouvoir. Il réagit d'une manière assez prompte contre les excitations extérieures, et la sensibilité est loin d'être totalement éteinte. La paralysie des nerfs volontaires, le ralentissement et la difficulté de la respiration s'accentuent de plus en plus jusqu'à ce que la mort survienne, sans fortes convulsions, au bout d'une heure et demie à trois heures. Il n'est pas rare de voir auparavant l'animal évacuer de grandes quantités d'urines troubles et de matières fécales. On n'a pas observé de diarrhée d'une nature spéciale.

Cet ensemble de symptômes, qui s'accordent exactement avec ceux que Schroff a décrits, n'est pas sensiblement modifié quand on opère sur des chiens et sur des chats. Ceux-ci sont très-sensibles à l'aconitine, et il en faut, pour les tuer, à peine davantage qu'aux lapins. Les chiens, au contraire, présentent de grandes différences à cet égard.

Chez les mammifères, la mort survient en général subitement et sans agonie violente. A l'examen cadavérique, on constate que le cœur s'est arrêté en diastole. Souvent les oreillettes offrent encore des pulsations. Presque tout le sang s'est condensé dans le ventricule droit, le gauche n'en renferme presque pas. Sous l'influence des courants électriques les plus violents, le cœur ne présente aucune réaction, circonstance qui permet de distinguer l'empoisonnement par l'aconit de celui produit par la muscarine. En outre, on constate que les grands troncs veineux sont pleins de sang, tandis que les artères sont généralement

vides. Le sang présente peu de tendance à se coaguler. On ne trouve rien de changé dans l'estomac et le canal intestinal. Les reins sont fortement congestionnés, et chez les chiens, la vessie est fréquemment distendue par une urine trouble très-abondante. Dans l'urine des chats et des lapins on n'a constaté ni albumine ni sucre. Les troncs nerveux et les muscles des mammifères se sont toujours trouvés excitables après la mort sous l'influence de courants induits. En agissant sur le nerf phrénique, on détermine d'énergiques contractions du diaphragme. Enfin, on a constaté chez les chiens une diminution remarquable de la température du corps.

Les auteurs divisent leur travail en quatre parties: 1° effets de l'aconitine sur le système nerveux des grenouilles; 2° son influence sur les organes de la circulation; 3° son influence sur le centre nerveux vasculaire ; 4° son influence sur la respiration. Ils donnent à la fin de leur mémoire les résultats détaillés des plus importantes d'entre les 69 observations qu'ils ont recueillies. Dans une planche ils ont figuré la courbe du pouls normal d'un lapin, la représentation graphique des différentes phases de l'empoisonnement de cet animal, la courbe du pouls normal chez un chien, puis les modifications de cette courbe sous l'influence de l'aconit, soit immédiatement avant la mort, soit à différents stades de l'excitation. Comme terme de comparaison, on y trouve la courbe du pouls d'un chien, enregistrée comme les précédentes à l'aide du manomètre à ressort, après une injection de digitaline. Sans pouvoir entrer dans des détails plus circonstanciés, nous terminons cet extrait par l'indication des résultats généraux auxquels les auteurs ont été conduits :

L'aconitine agit d'abord sur les organes centraux de la moelle épinière ; elle détermine en premier lieu une diminution dans la puissance réflexe des cellules sensibles de la moelle, et cet effet se transforme peu à peu en une diminution d'excitabilité des cellules motrices, qui se termine

par la paralysie totale de tous les mouvements volontaires et réflexes. Les nerfs périphériques, ainsi que les muscles, ne sont absolument pas affectés par le poison. Il y a cependant une excitation probable des terminaisons nerveuses intramusculaires, qui se manifeste par des contractions fibrillaires. Au début, de petites doses produisent habituellement une excitation des diverses cellules motrices de la moelle, et c'est l'origine vraisemblable des mouvements de vomissements, des crampes des muscles de l'abdomen et des contractions cloniques que nous avons signalés.

Prise à haute dose, l'aconitine produit chez les mammifères une diminution considérable de la fréquence des battements du cœur ; bientôt cet organe devient immobile, après une phase d'accélération très-passagère dans les derniers instants.

La pression sanguine moyenne se trouve au début quelque peu accrue chez les lapins, tandis que chez les chiens et les chats elle est toujours sensiblement amoindrie. Quant au travail produit par chaque battement du cœur, il est en tous cas accru. Dans le dernier stade, la pression est toujours extraordinairement faible. Sous l'influence de petites doses, l'effet de l'aconitine se résout en paroxysmes spéciaux. On peut supposer avec vraisemblance que cette substance détermine une excitation des soupapes du cœur, et on peut dire avec certitude que Achscharumow s'est trompé quand il a attribué à ce poison une excitation du nerf vague.

L'aconitine empêche l'action réflexe des cellules sur le centre nerveux du système vasculaire, en détruisant leur sensibilité. Ce centre nerveux lui-même est paralysé peu d'instants avant la mort.

Enfin MM. Bœhm et Wartmann sont tentés d'admettre que le poison affecte dans la moelle épinière les parties qui sont préposées à la coordination de l'activité des muscles auxiliaires de la respiration.

E. W.

Edouard VAN BENEDEN. RECHERCHES SUR L'ÉVOLUTION DES GRÉGARINES. (*Journal de Zoologie*, tome I, n° 2, 1872, p. 134-165, pl. VII.)

Les recherches de M. E. van Beneden sur la *Gregarina gigantea* du homard viennent confirmer les observations de Lieberkühn sur la transformation de certaines formes amœboïdes en grégarines; seulement les phases sont ici un peu différentes de celles qui ont été observées chez les grégarines du lombric. L'auteur a trouvé dans l'intestin grêle du homard de petites masses protoplasmiques finement granuleuses, dépourvues de membrane et de noyau. Ces masses qui changent continuellement de forme, ressemblent beaucoup aux *Protamœba primitiva* ou *Pr. agilis* de Hæckel, dont elles diffèrent seulement en ce qu'elles présentent de fines granulations moléculaires jusqu'à la périphérie et qu'elles n'émettent jamais de vrais pseudopodes. Selon la nomenclature de Hæckel ce serait de vrais gymnocytodes.

A côté de ceux-ci l'on trouve de petites globes protoplasmiques qui n'en diffèrent que parce qu'ils ont perdu la faculté de se mouvoir et de changer de forme. Ils n'ont pas davantage de membrane d'enveloppe, mais leur forme sphéroïdale est conservée par une couche périphérique de protoplasme plus dense, moins fluide.

Avec ces formes globulaires et immobiles l'on en trouve d'autres tout à fait semblables, sauf qu'elles portent un ou deux prolongements qui ne peuvent pas être assimilés à des pseudopodes, mais plutôt à la tige mobile des Noctiluques; M. van Beneden désigne ces cytodes sous le nom de *cytodes générateurs*, parce que ce sont eux qui donnent directement naissance aux grégarines. Lorsqu'il y a deux prolongements ceux-ci sont insérés à peu de distance l'un de l'autre. L'un de ces prolongements, qui est plus court, plus grêle, à contours plus pâles et ne renfermant que des granules très-fins, est presque dépourvu de motilité. S'il est entraîné contre un

corps dur, on le voit se couder et le coude ainsi produit persiste très-longtemps. L'autre prolongement est notablement plus long et un peu plus large, à contours plus foncés et à protoplasme plus réfringent. Outre un pointillé très-fin, il contient des granulations opaques qui sont très-nombreuses à son extrémité légèrement élargie. Ce prolongement est doué d'une motilité extrême qui se manifeste de deux manières. Il peut se balancer comme la tigelle des Noctiluques, ou présenter une inflexion qui se propage de l'extrémité vers la base et qui est suivie d'un brusque redressement de tout le bras. En même temps que se fait ce mouvement de redressement, un courant porte le protoplasme granuleux du centre du cytode dans l'intérieur du bras. Cette action répétée produit un allongement du bras, qui est accompagné d'un rétrécissement de sa portion basilaire et d'une accumulation de granulations opaques dans sa portion terminale.

Lorsque le bras mobile a atteint une certaine longueur, il se détache du corps du cytode et se meut à la manière d'un nématode. Nous verrons bientôt quelles transformations ultérieures il subit.

Après que ce bras s'est détaché et a acquis une existence indépendante, l'autre prolongement suit le cours de son développement et arrive au même état que le premier; seulement il a besoin pour cela de tout le reste du corps du cytode.

Si M. van Beneden a coordonné d'une manière exacte les différentes phases qu'il a pu observer dans l'intestin du homard, nous devons conclure qu'un seul cytode donne successivement naissance à deux prolongements destinés à se développer chacun en une grégarine; l'un se détache du corps du cytode; l'autre absorbe le reste de ce corps.

L'auteur désigne ces filaments protoplasmiques à mouvements très-actifs sous le nom de *pseudofilaires*; il suppose que c'est leur ressemblance avec de jeunes nématodes qui a

fait admettre par de certains auteurs que les grégarines sont une phase de l'évolution des nématodes.

Ces pseudofilaires sont effilés à une de leurs extrémités, et légèrement renflés à l'extrémité opposée (céphalique) qui est toujours fortement chargée de granules réfringents. Après un certain temps d'activité, leurs mouvements se ralentissent; la longueur du corps diminue peu à peu, en même temps que sa largeur augmente, surtout dans la partie antérieure. Puis tout mouvement cesse; le pseudofilaire devient immobile. On voit apparaître vers le milieu du corps une tache circulaire foncée, formée d'une matière plus réfringente que le protoplasme, et dont les limites deviennent de plus en plus distinctes; c'est le nucléole. Autour du nucléole apparaît une zone transparente, sans granulations, dont les limites sont d'abord peu nettes, et qui deviendra le noyau de la cellule. Le pseudofilaire se raccourcit et devient plus ou moins ovalaire; on commence à distinguer une saillie ou renflement antérieur dans lequel les granulations réfringentes ont une tendance à s'accumuler.

L'on a alors sous les yeux une grégarine qui n'a plus à subir que des changements de peu d'importance. Elle s'allonge et prend de plus en plus la forme d'un boyau un peu renflé dans son quart antérieur. La partie postérieure s'allongeant plus que l'antérieure. le noyau finit par se trouver à l'extrémité du premier tiers du corps. Les granules réfringents accumulés dans le renflement terminal antérieur forment un amas séparé du protoplasme granuleux du reste du corps par une sorte de cloison transversale constituée par une couche de protoplasme transparent. La partie externe du protoplasme du corps qui formait d'abord une simple couche homogène et transparente sans granulations, se délimite de plus en plus et présente bientôt la forme d'une membrane à double contour. Le noyau devient régulièrement ovalaire et s'entoure aussi d'une membrane.

Par ces changements et son augmentation de taille le

pseudofilaire finit par acquérir les formes définitives de la *Gregarina gigantea* et une longueur qui va jusqu'à 16 millimètres.

M. van Beneden fait suivre cette description de l'évolution des grégarines de considérations générales fort intéressantes sur les Monères et la phase monérienne des grégarines. Selon lui, si l'on admet que la substance des Monères et des cytodes est identique avec le sarcode des Rhizopodes e le protoplasme des cellules. au point de vue des propriétés *physiques* et *vitales*. on doit la considérer comme différente de ces corps au point de vue chimique parce qu'elle renferme encore les éléments des organes nucléaires qui s'en différencient dans la cellule. Il propose en conséquence le nom de *plasson* pour la *substance constitutive du corps des Monères et des cytodes*. Tout en reconnaissant avec lui que soit dans la série ontogénique soit dans la série phylogénique, l'on trouve toujours au commencement ce *plasson* avant de rencontrer les formations cellulaires, il nous semble que la nécessité de ce néologisme ne se faisait pas encore sentir. Nos connaissances sur les formations nucléaires comparées au protoplasma sont trop insuffisantes pour qu'il soit bien urgent de distinguer ces substances par des noms destinés à faire ressortir leurs différences chimiques. D'ailleurs, si l'on entrait dans cette voie, on ne pourrait s'en tenir à la nomenclature proposée par M. van Beneden ; il faudrait avoir un premier nom pour la substance vivante qui ne présente encore ni nucléole, ni nucleus, ni membrane d'enveloppe ; un second pour celle qui a déjà abandonné les éléments nécessaires à la formation du nucléole: un troisième pour celle dont se sont séparés les éléments d'un nucléole et d'un nucleus, corps que M. van Beneden considère comme chimiquement différents (p. 146); un quatrième pour celle qui, outre ces organes nucléaires, a fourni les éléments d'une membrane d'enveloppe. Cette liste est encore incomplète; il faudrait y ajouter entre autres le protoplasme des lépocytodes. Remarquons en

outre que la substance à laquelle M. van Beneden veut donner le nom de plasson en raison de sa composition chimique est déjà une substance complexe, même au point de vue histologique, puisque l'auteur reconnaît dans l'intérieur de la masse transparente des granulations de deux sortes, dont les unes sont considérées par lui comme étant des éléments nutritifs, combustibles ; il explique même par la présence ou l'absence de ces granulations la manière différente dont se comportent le bras mobile et le bras immobile des grégarines à l'état amœboïde.

Le développement ontogénique des grégarines représente en raccourci, comme M. van Beneden le fait remarquer, le développement phylogénique de la cellule. Nous avons ici un exemple de génération endogène par la formation du noyau dans le corps des pseudofilaires ; mais dans la formation nucléaire, c'est le nucléole qui apparaît le premier, fait important à noter, et d'autant plus frappant que M. van Beneden a observé chez la *Gr. gigantea* adulte une disparition et une réapparition successives des nucléoles.

En résumé, la grégarine du homard passerait dans le cours de son développement embryonnaire par les phases suivantes :

Phase monérienne,
» de cytode générateur,
» de pseudofilaire,
» de protoplaste,
» de grégarine enkystée,
» de psorospermie.

Il y aurait donc dans son évolution deux phases pendant lesquelles la reproduction aurait lieu par division : 1° Celle qui donne naissance aux psorospermies à la suite de l'enkystement ; 2° celle dans laquelle le cytode générateur produit les pseudofilaires. A. H.

H. LACAZE-DUTHIERS. OTOCYSTES OU CAPSULES AUDITIVES DES MOLLUSQUES GASTÉROPODES. (*Archives de zoologie expérimentale*, tome I, nos 1 et 2, 1872, p. 97-166; pl II-VI). — F. LEYDIG. UEBER DAS GEHÖRORGAN DER GASTEROPODEN. SUR L'ORGANE AUDITIF DES GASTÉROPODES. (*Archiv für mikroskopische Anatomie*, vol. VII, 1871, p. 202-219, pl. XIX.)

Si l'on s'en tenait aux dates que portent ces deux mémoires, on pourrait croire que M. Leydig a la priorité sur M. Lacaze-Duthiers; mais en examinant les choses de plus près, on reconnaît qu'il en est autrement. En effet, M. Lacaze avait déjà fait connaître en 1868[1] les résultats principaux de ses recherches sur l'organe auditif des mollusques gastéropodes. Le travail détaillé et accompagné de belles figures qu'il nous donne aujourd'hui dans ses « Archives de zoologie » était prêt à paraître en 1870; sa publication a été retardée par les événements politiques. M. Leydig explique d'ailleurs que c'est la communication faite par M. Lacaze à l'Académie des sciences qui l'a engagé à entreprendre de nouvelles recherches sur l'organe auditif des mollusques, et il rend pleine justice à la belle découverte (schöne Entdeckung) de l'anatomiste français.

Depuis les travaux d'Eydoux et Souleyet, Krohn, et surtout de Siebold, les vésicules auditives des gastéropodes sont bien connues et leur position a été étudiée chez un grand nombre de genres et d'espèces.

Quant à leurs connexions avec les ganglions œsophagiens, on les avait décrites comme variables. Tous les anatomistes étaient d'accord pour admettre que chez les Hétéropodes et les Eolidiens ces vésicules étaient en relation directe avec les ganglions sus-œsophagiens ou ganglions cérébroïdes. Mais chez la plupart des autres gastéropodes on les a toujours vues en rapport avec les ganglions pédieux. C'est ainsi qu'elles ont été décrites et figurées par Leydig chez la *Paludina vivipara* et

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, tome LVII, p. 882.

chez les Pulmonés, et par Claparède chez la *Neritina fluviatilis* et le *Cyclostoma elegans*. M. Lacaze lui-même a eu souvent l'occasion de décrire ces vésicules auditives dans une position semblable. M. Gegenbaur, ignorant sans doute la première publication de M. Lacaze, admet encore en 1870 que ces organes sont en rapport tantôt avec le ganglion pharyngien supérieur tantôt avec l'inférieur.

C'était un fait assez singulier et en opposition avec les lois de l'organisation que de trouver un organe des sens en rapport tantôt avec un centre nerveux, tantôt avec un autre. Aussi M. Huxley avait-il été frappé de cette anomalie et cherchait-il à tourner la difficulté en supposant que chez les Hétéropodes les nerfs auditifs proviennent en réalité des ganglions pédieux.

En suivant avec soin le nerf auditif, M. Lacaze est arrivé à prouver que l'on s'était trompé jusqu'à présent sur la connexion de l'organe auditif avec les centres nerveux chez la plupart des gastéropodes et que les vésicules auditives, même lorsqu'elles sont en contact avec les ganglions pédieux, n'en sont pas moins toujours reliées directement avec le ganglion sus-œsophagien. Voici comment il formule ce résultat :

« *La position de l'organe de l'audition ou poche à otolithe peut varier; mais ses connexions immédiates avec le système nerveux central restent toujours et constamment les mêmes dans les Gastéropodes, les Hétéropodes et les Céphalopodes. Le nerf acoustique naît toujours du ganglion sus-œsophagien ou cérébroïde qui se trouve par cela même avoir sous sa dépendance un organe des sens de plus et la sensibilité spéciale, tandis que le ganglion pédieux reste plus directement attribué à la motricité.*

M. Lacaze donne à la vésicule auditive le nom d'*otocyste* qui est assez bien choisi et sera probablement adopté, comme l'a été celui d'*otolithes* pour les concrétions calcaires que cette ampoule renferme.

L'auteur classe les gastéropodes qu'il a étudiés en trois types caractérisés par la position des otocystes.

Dans le premier type, où l'on trouve ces organes éloignés des ganglions pédieux, il fait rentrer les *Cyclostoma elegans*, *Pileopsis hungaricus*, *Natica monilifera*, *Calyptræa sinensis*, *Paludina vivipara*, les *Murex* et les *Purpura*. Chez ces mollusques l'otocyste ne repose pas sur les ganglions pédieux; elle n'est en rapport avec les ganglions nerveux que par le nerf auditif. Dans ce cas les otolithes peuvent être nombreux, mais le plus souvent il n'y en a qu'un. L'on doit remarquer que toutes les fois que l'otocyste contient un otolithe unique elle est éloignée des centres nerveux.

Dans un second type comprenant les *Neritina fluviatalis*, *Patella vulgata* et *Haliotis tuberculata*, les otocystes sont voisines des centres nerveux, mais cependant séparés soit des ganglions sus-œsophagiens, soit des ganglions pédieux.

Enfin le troisième type, qui paraît comprendre le plus grand nombre des gastéropodes, offre des otocystes reposant sur le centre pédieux. M. Lacaze a observé cette disposition chez des espèces appartenant aux genres et *Bullæa*, *Succinea*, *Helix*, *Zonites*, *Testacella*, *Lymneus*, *Planorbis*. *Ancylus* et *Clausilia*. On comprend que dans les cas de ce genre les observateurs n'aient pas cherché, pas vu, ou pas pu suivre le nerf auditif qui est souvent fort difficile à apercevoir. Sans s'en laisser imposer par ce contact trompeur, M. Lacaze, soutenu par sa foi dans le principe des connexions, est parvenu à découvrir le nerf partant de l'otocyste et à le suivre jusqu'au ganglion sus-œsophagien.

M. Leydig n'a étudié qu'un nombre bien plus restreint de mollusques, et son mémoire contient moins de faits anatomiques que celui de M. Lacaze. Par contre, il renferme des détails histologiques assez importants, surtout en ce qui concerne le revêtement interne de l'otocyste et la nature du soi-disant nerf auditif. L'épithélium vibratile qui tapisse l'otocyste présente chez les pulmonés, et chez la *Paludina vivipara* un épaississement situé dans la partie qui est opposée à l'insertion du nerf auditif. Cet épaississement rappelle la disposition observée par Boll chez les hétéropodes. Les cellules de

l'épithélium peuvent être de deux sortes, se distinguant surtout par la nature de leurs noyaux. La plupart de ces noyaux sont petits et ont un contenu granuleux. On en trouve d'autres, en plus petit nombre, qui sont contenus dans les cellules de la partie épaissie de l'épithélium ; ils sont plus gros et renferment un nucléole fusiforme. Cette différence entre les noyaux a été observée chez les *Helix pomatia, hortensis, obvoluta, Clausilia similis, Succinea amphibia;* on ne la retrouve pas chez les *Paludina impura* et *P. vivipara.*

Un fait assez intéressant, qui semblerait indiquer certaines analogies entre la couche celluleuse qui tapisse l'otocyste et les ganglions nerveux, c'est que chez le *Planorbis corneus*, dont le cerveau a une couleur rouge de sang, on trouve aussi quelques granulations rouges dans les cellules de l'épithélium de l'otocyste. Nous n'avons cependant encore aucune preuve directe que l'otocyste ou même le cordon qui relie celle-ci au ganglion sus-œsophagien contiennent des éléments nerveux. M. Lacaze définit l'otocyste comme une *vésicule tapissée intérieurement par une couche de cellules nerveuses en continuité évidente avec le système nerveux central et remplie d'un liquide au milieu duquel flottent et tremblotent des particules calcaires agitées par des cils vibratiles* (p. 105). Vers la fin de son mémoire il est beaucoup moins affirmatif en ce qui concerne la nature des cellules et leurs relations avec le ganglion ; il indique en effet comme importante à résoudre la question de savoir si les cellules de la paroi interne de l'otocyste sont nerveuses, et conclut que l'on peut très-légitimement *supposer* que les fibres du nerf se terminent dans les corpuscules qui tapissent les otocystes. « Mais, ajoute-t-il, entre admettre par supposition et induction et avoir constaté la chose *de visu*, il y a une grande distance » (p. 159). M. Leydig ne discute pas cette question, toutefois on peut croire qu'il la résoudrait autrement d'après ce qu'il dit de l'épithélium de l'otocyste et du canal qui réunit celle-ci au ganglion. Pour lui cette communication ne peut porter le nom de nerf auditif que parce que ses rapports avec l'organe auditif sont

comparables à ceux du nerf optique avec l'oreille ; mais, d'après sa structure, il mériterait mieux le nom de canal auditif (Ohrcanal). Sa paroi se compose, comme celle d'un nerf, d'une membrane homogène entourée d'une autre membrane lâche dans laquelle on voit un peu de pigment autour des noyaux. L'intérieur n'est pas rempli de substance nerveuse fibrillaire, mais a un canal limité par un épithélium dont les cellules se détruisent facilement et n'ont pas de cils vibratiles. Malgré cette description, M. Leydig termine en disant que ce canal représente le nerf auditif puisqu'il met la vésicule auditive en communication avec le cerveau. Quelle est la nature de cette communication ? Est-elle purement mécanique, ou nerveuse ? C'est ce qu'il est impossible de dire maintenant, et la question sera probablement difficile à résoudre.

Espérons que M. Lacaze-Duthiers publiera les résultats de ses recherches sur les organes auditifs des céphalopodes, et qu'il abordera aussi l'étude de l'otocyste des Lamellibranches qui a toujours été vue en rapport immédiat ou médiat avec le ganglion pédieux. A. H.

Dr J. Schoebl. Die Flughaut der Fledermæuse, etc. (*Arch. für mikr. Anat.*, vol. VII, 1871, Livr. 1, avec 5 planches. — Dr Th. Eimer. Die Schnautze des Maulwurfs als Tastwerkzeug. (*Ibidem.* Livr. 3, avec 1 planche.) — Dr Schœbl, Das æussere Ohr der Mæuse, etc. (*Ibidem.* Livr. 3, avec 4 planches). — M. J. Dietl. Untersuchungen ueber Tasthaare. (*Comptes rendus de l'Académie royale des Sciences de Vienne*, vol. LXIV, Livr. de juillet 1871.)—Dr J. Schœbl. Das æussere Ohr des Igels als Tastorgan. (*Arch. für mikr. Anat.*, vol. VIII, 1872. 3me Livr., avec 1 planche.)—Dr L. Stieda. Die angeblichen Terminalkörperchen, etc. (*Ibidem.* 2me Livr.)

Pendant plusieurs années, l'étude des organes du toucher des animaux supérieurs avait été négligée. Aussi est-ce avec

plaisir que nous avons lu un ensemble de travaux sur cet important sujet, travaux qui ont mené à des résultats très-intéressants.

M. Dietl reprend l'étude des barbes, ou soies tactiles, de la lèvre supérieure des mammifères. Ses observations ont porté sur le chat, le lapin, la souris et le renard. On sait que la racine de ces barbes est enfermée dans une double enveloppe de tissu conjonctif. Entre ces deux enveloppes se trouvent des lacunes bien connues depuis les recherches de M. Gurlt et de M. Gegenbaur. Ces lacunes, d'après les recherches de M. Dietl, ne seraient autre chose qu'un corps caverneux, dans lequel débouchent de petites artères, et un grand nombre de vaisseaux capillaires; la signification physiologique de cet organe serait de relever le poil par son érection, et d'augmenter ainsi sa sensibilité. Des fibres musculaires, qui se rendent de la base de chaque barbe au fond du follicule de la suivante, ont le même effet physiologique. Dans le sinus caverneux se trouve un corps qui enveloppe aux trois quarts la base de la soie, et dans lequel Dietl a vu pénétrer une foule de fibres nerveuses. Cette observation ne manque pas d'intérêt, si on la compare aux résultats des travaux que nous allons analyser.

On sait, depuis les expériences de Spallanzani, que la chauve-souris possède, dans la membrane de ses ailes, un organe du toucher des plus subtils. L'un de ces animaux, quoique aveuglé, se dirige dans son vol et poursuit sa proie avec la même sûreté que s'il possédait encore l'organe de la vision; chacun a pu observer les mouvements craintifs de la souris, et l'activité pour ainsi dire fébrile avec laquelle elle dirige de tous côtés ses oreilles, comme pour percevoir d'autres sensations encore que celle de l'ouïe; une sensibilité développée de cet organe doit lui être très-utile dans ses voyages souterrains. Il en est de même du hérisson, et sans aucun doute de bien d'autres animaux encore, dont les habitudes sont ou nocturnes ou souterraines.

Quelle est la raison d'être anatomique de cette sensibilité si évidente? Telle est la question que les recherches minutieuses et soignées de Schœbl ont résolue d'une manière très-satisfaisante, en démontrant dans ces organes l'existence de deux systèmes de terminaisons nerveuses, les unes cutanées, les autres s'adressant plus spécialement à la racine des poils.

La membrane de l'aile de la chauve-souris se compose de deux peaux. Les deux dermes sont soudés en un stroma unique, tandis que les épidermes restent distincts. Chaque feuillet épidermique se compose seulement de trois couches simples de cellules plates. Les deux couches les plus profondes constituent la couche de Malpighi.

Les deux surfaces de la membrane sont parsemées de petits poils extrêmement fins, longs de $^1/_4$ de millimètre, plus serrés sur la surface ventrale et la portion qui avoisine le corps, que sur la surface dorsale et l'extrémité de l'aile. Ils sont, pour la plupart, implantés en lignes le long des faisceaux de fibres élastiques. Leur nombre total sur les deux ailes d'un individu adulte est de huit à dix mille. Le follicule du poil est d'une grande simplicité, qui correspond à ses dimensions restreintes. Il ne possède d'autre enveloppe qu'une lame vitreuse assez forte. Chaque poil est accompagné d'une rosette de glandes sébacées et d'une glande sudoripare munie de fibres musculaires lisses.

C'est dans le stroma qui résulte de la fusion des deux dermes, que se distribuent les faisceaux élastiques, formant ici un réseau régulier, mais fort compliqué. A côté de ces fibres se trouve un système de muscles striés auxquels les fibres élastiques servent de tendons. Ces deux lacis ont pour but de plier automatiquement et sans effort la membrane de l'aile, dès qu'elle entre en repos.

Les vaisseaux sanguins et les nerfs prennent leurs parcours à côté des faisceaux élastiques, jusqu'à ce que, par des divisions répétées, ils finissent par atteindre un certain degré

de ténuité. Ils se rapprochent alors de part et d'autre de la surface, tout en s'amincissant, et finissent par former, au contact même de la couche de Malpighi, l'un, un réseau capillaire très-serré, l'autre, un double lacis de fibres nerveuses. Schœbl divise, d'une manière peut-être assez artificielle, ces nerfs en cinq couches ou stratifications superposées, dont la première, qui est impaire et médiane, ne comprend que les gros nerfs; tandis que les autres se répètent des deux côtés de la couche médiane, et sont formées par des nerfs de plus en plus minces, à mailles de plus en plus serrées. Les trois premières stratifications sont composées de fibres à gaînes. Le quatrième lacis, situé près de la couche de Malpighi, ne comprend, au contraire, que des fibres sans gaînes et isolées, de 2,5 à 0^{μ},9 de diamètre ; elles se soudent à leurs points de rencontre, formant ainsi des renflements irréguliers. Le cinquième lacis, enfin, est de même nature que le précédent, mais encore plus délié, et arrive au contact même de la couche de Malpighi.

Les filets nerveux, qui se rendent aux follicules des poils, proviennent de la seconde stratification, et renferment par conséquent des fibres à gaîne et à doubles contours. Ils se composent toujours de deux faisceaux, dont chacun leur amène un nombre égal de fibres ; ces deux faisceaux proviennent soit de nerfs différents, soit d'un même nerf, mais arrivant, dans ce cas, de directions opposées. Ces deux faisceaux se séparent de nouveau à leur entrée dans le follicule, et descendent de part et d'autre, jusque sous la racine du poil, où ils forment, en s'empelotonnant, les corpuscules terminaux. Il résulte de ce que nous venons de dire que les filets nerveux, qui se rendent à chaque poil, se composent toujours d'un nombre pair de fibres.

Nous reviendrons plus loin sur l'explication très-plausible que le savant anatomiste a donnée de cette structure remarquable.

Le peloton nerveux, ou corpuscule terminal, ressemble par

sa forme à une pomme de pin renversée, et mesure 17,5 sur 26^{μ}. Le centre du peloton est formé par un petit amas de cellules qui appartiennent à la racine du poil.

L'analyse détaillée que nous venons de donner du travail de M. Schœbl sur l'aile de la chauve-souris, nous dispense de parler longuement du travail du même auteur, sur l'oreille de la souris et du hérisson, les différences entre ces organes étant peu considérables. Les gros nerfs et les gros vaisseaux, qui forment une seule stratification dans l'aile de la chauve-souris, se dédoublent pour accompagner les deux faces du pavillon cartilagineux de l'oreille; les muscles font entièrement défaut, et le tissu élastique ne présente plus la même disposition régulière. La richesse nerveuse de l'oreille de ces animaux est telle, que l'aile de la chauve-souris paraît pauvre par comparaison.

Chez la souris, les glandes sudoripares font défaut. Les poils sont plus nombreux au sommet et sur les bords de l'oreille, qu'à sa base; le nombre de ces poils tactiles sur les deux oreilles d'une souris adulte est de 12,000. Les filets nerveux commencent par s'enrouler autour de la partie supérieure de la racine de chaque poil, avant de se rendre à la partie inférieure, où ils constituent un petit peloton nerveux.

L'oreille du hérisson est couverte de poils, distribués régulièrement à des distances de $^{1}/_{4}$ de millimètre les uns des autres; ces poils sont comparativement forts, et atteignent une longueur de 2,5 millimètres. Les glandes sudoripares ne se trouvent qu'à la base de l'oreille et ne débouchent pas toutes dans les follicules pileux. Le bulbe est allongé, pointu vers le bas, et présente près du sommet une portion resserrée, autour de laquelle s'enroulent les filets nerveux. L'anneau ainsi formé est très-large et puissant; il envoie un assez grand nombre de fibres, qui descendent verticalement et à des distances égales les unes des autres, jusqu'à l'extrémité du bulbe, où ces fibres se réunissent deux à deux par autant de boucles; l'ensemble de ces boucles constitue un corpus-

cule terminal, encore bien plus petit, relativement, que celui de la souris.

Comparant entre eux ces divers organes du toucher, M. Schœbl est conduit à en tirer quelques conclusions fort intéressantes: le nombre toujours identique des fibres nerveuses, composant les deux faisceaux qui se rendent aux poils, lui suggère assez naturellement l'idée, que les pelotons ne sont pas des corpuscules terminaux, mais se trouvent simplement intercalés dans le parcours des nerfs. Peut-être ces fibres s'en retournent-elles de part et d'autre au cerveau, ce qui ferait rentrer ces organes dans la catégorie des nerfs bipolaires.

Il est à remarquer aussi, que l'anneau nerveux entourant le sommet du bulbe, et le peloton qui se trouve à sa base, sont développés en raison inverse l'un de l'autre.

Partout où se rencontrent les poils tactiles, on trouve aussi un réseau nerveux terminal situé sous la couche de Malpighi; M. Schœbl attribue à ce réseau la faculté de percevoir les sensations vagues, telles que celles de température, de douleur, etc., tandis que les corpuscules des poils communiqueraient les sensations plus spéciales du toucher proprement dit.

D'une nature toute différente sont les organes du toucher découverts par M. Eimer dans le museau de la taupe: ce museau présente comme on sait plusieurs saillies arrondies et finement ponctuées; chacun de ces petits points n'est autre chose qu'un papille sensible, mesurant 0,09 à 0,2^{mm} de diamètre. Le nombre total de ces papilles est d'environ cinq mille, comprenant les terminaisons de plus de 105,000 fibres nerveuses. Aussi comprend-on qu'il suffise d'un coup sur le museau d'une taupe pour la tuer instantanément. L'animal tâte constamment son chemin avec ce museau, qu'il dirige dans tous les sens, palpant tous les objets qui lui paraissent suspects.

Les papilles sont un épaississement de l'épiderme qui se traduit par une saillie à l'extérieur, et par une protubérance de

la couche de Malpighi, dans la profondeur du derme. La saillie extérieure ressemble par sa forme au sommet d'un volcan. Les papilles sont percées de part en part et suivant leur axe, d'une cavité à peu près cylindrique, large de 17,5 à 20^{μ}, et remplie d'une masse gélatineuse. Désignons ce tube et son contenu sous le nom de cylindre tactile. La masse gélatineuse qu'il renferme arrive d'une part jusqu'au contact du derme, et s'arrête d'autre part un peu au-dessous du sommet de la papille, laissant ainsi une petite cavité, qui représente le cratère du volcan. Cette cavité est tapissée intérieurement d'une couche unique de cellules plates, couche qui s'enlève et se perd facilement.

Les parois du cylindre tactile sont formées par une série de cellules épidermiques annulaires superposées. C'est dans le cylindre gélatineux que se trouve l'extrémité des nerfs. Un faisceau d'un vingtaine de fibres nerveuses à double contour, se rend à l'extrémité inférieure de chaque cylindre; à l'instant où elles y pénètrent, ces fibres perdent leur gaîne, et le cylindre d'axe continue seul son chemin vers la surface ; dix-neuf environ de ces fibres nerveuses ainsi simplifiées montent en lignes droites, longitudinales et parallèles entre elles, sur tout le pourtour du cylindre tactile, et au contact même de ses parois. Deux ou trois fibres montent dans l'axe même du cylindre, enveloppées par une dernière fibre nerveuse, qui s'enroule en spirale autour d'elles. Toutes ces fibres se terminent à la même hauteur, près de la surface de la peau. Les fibres périphériques du cylindre tactile se renflent toutes à la fois, au niveau de chaque anneau épidermique, avec lequel elles se soudent par une sorte de bouton nerveux. Outre les fibres que nous venons d'énumérer, on en voit souvent qui se dirigent obliquement vers l'extérieur à travers l'épiderme, et viennent finir près de la surface de ce dernier; ces fibres se soudent également par un nodule, au protoplasma de chacune des cellules épidermiques qu'elles rencontrent.

Ce mode de terminaison est loin d'être nouveau pour la science. Sans parler de la pénétration des nerfs dans les muscles, Hensen et d'autres en ont déjà décrits de semblables dans des cellules de l'épiderme et des os. Seulement ces auteurs ont vu un pinceau de filets nerveux, d'une finesse infinie, qui partaient du nodule, et se rendaient à de petits corpuscules situés dans le noyau des cellules en question. Eimer n'a pas pu confirmer cette dernière observation sur le museau de la taupe.

Quoi qu'il en soit de ce point nous avons affaire ici à de véritables terminaisòns de nerfs, résultant de la soudure d'éléments nerveux avec des éléments d'une nature toute différente. Ces corpuscules du toucher, et ceux qu'a décrits M. Schœbl appartiennent donc à deux types parfaitement distincts de terminaisons nerveuses.

Nous ne devons pas omettre de dire, en terminant, que si les résultats de M. Schœbl ont été pleinement confirmés par M. Boll (*Medic. Centralblatt*, 1871, n° 34), ils ont été en revanche l'objet de vives critiques de la part de M. Stieda. D'après le savant de Dorpat, les corpuscules terminaux de la racine du poil ne se rencontreraient que chez des animaux sur le point de muer, et se trouveraient chez ceux-ci sur tous les poils du corps et pas seulement sur ceux de l'aile ou de l'oreille. Loin d'être un enroulement de fibres nerveuses, ces corpuscules ne seraient autre chose que le rudiment du jeune poil qui devra remplacer celui qui est près de tomber.

Cette théorie, qui cadre très-bien avec la théorie de M. Stieda sur la croissance des poils, paraît assez difficile à admettre. Espérons, toutefois, que l'impulsion que de patientes recherches viennent de donner à ce genre d'études, conduira bientôt à la solution de cet intéressant problème.

H. F.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JUIN 1872.

Du 1er au 6 à midi, ciel toujours entièrement couvert, avec des averses constantes ; le ciel s'éclaircit dans la soirée du 6.

Le 7, forte rosée le matin; pluie le soir avec fort vent de SO.

14, rosée le matin ; à 4 h. 55 m. tonnerres.

15, rosée le matin; à 3 h. 15 m. tonnerres au NO.

16, rosée le matin à 3 h. 15 m. tonnerres au SO.

17 et 18, rosée le matin.

22, rosée le matin.

25, à 9 h. 10 m. soir, éclairs à l'Ouest; l'orage accompagné de tonnerres éclate un peu plus tard, vers 10 h.

27, rosée le matin.

29, faible rosée le matin ; dans la soirée éclairs.

30, pluie pendant 10 m. à 4 h. après midi; la quantité tombée n'est pas mesurable.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1 à 8 h. soir	728,33	Le 3 à 6 h. matin	722,12
5 à 10 h. soir	728,55	7 à midi	723,66
8 à 8 h. matin	727,81	10 à 2 h. après m.	722,30
11 à 8 h. matin	727,28	13 à 4 h. après m.	724,39
16 à 8 h. matin	733,91	19 à 4 h. après m.	723,55
22 à 6 h. matin	730,06	25 à 4 h. après m.	723,42
27 à 8 h. matin	731,60	30 à 2 et 4 h. après m.	724,60

Jours du mois.	Baromètre.		Température C.				Tension de la vap.		Fract. de saturation en millièmes.				Pluie ou neige		Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône		Limnimètre à 11 h.
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la tension normale.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.			Midi.	Écart avec la temp. normale.	
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	0
1	727,07	+ 0,99	+10,61	— 4,63	+ 8,7	+14,8	7,67	—1,41	835	+123	620	980	8,7	14	NNE. 1	1,00	13,4	+ 0,2	145
2	728,05	+ 0,92	+11,25	— 4,11	+ 9,0	+14,8	8,43	—0,71	859	+148	600	950	0,7	2	N 1	0,92	—	—	145
3	722,53	— 3,65	+10,66	— 4,82	+ 9,0	+12,9	8,82	—0,38	941	+230	790	960	11,9	14	SSO. 1	1,00	13,1	— 0,4	145
4	726,52	+ 0,29	+ 9,45	— 6,15	+ 8,0	+13,1	7,98	—1,28	919	+209	800	970	3,2	7	SE. 1	1,00	11,7	— 1,9	145
5	727,48	+ 1,20	+ 8,14	— 7,58	+ 7,2	+10,1	7,50	—1,82	941	+232	800	990	4,6	8	N. 1	1,00	11,3	— 2,4	146
6	726,89	+ 0,56	+11,62	— 4,22	+ 8,5	+16,6	8,88	—0,50	868	+159	700	960	1,4	3	N. 1	0,62	11,2	— 2,6	148
7	724,48	— 1,90	+15,33	— 0,63	+ 8,2	+22,3	9,22	—0,22	721	+ 13	460	900	3,0	3	SO. 2	0,71	12,9	— 1,0	149
8	726,44	+ 0,01	+14,25	— 1,83	+11,2	+17,6	9,26	—0,24	766	+ 58	610	820	2,1	4	N. 1	0,47	12,5	— 1,6	150
9	723,59	— 2,89	+13,62	— 2,58	+12,0	+19,4	9,25	—0,30	821	+114	480	970	11,0	5	SSO. 1	0,91	—	—	151
10	722,69	— 3,84	+14,70	— 1,61	+10,4	+19,8	7,99	—1,61	664	— 42	430	930	6,2	6	SSO. 1	0,68	11,7	— 2,6	155
11	726,70	+ 0,13	+14,85	— 1,57	+11,9	+18,9	7,20	—2,45	603	—103	410	840	...	...	SSO. 1	0,77	11,7	— 2,7	154
12	726,34	— 0,27	+15,10	— 1,43	+12,4	+19,7	8,98	—0,72	718	+ 13	540	800	4,7	7	SSO. 1	0,79	10,6	— 3,9	155
13	725,20	— 1,45	+15,30	— 1,34	+ 9,2	+21,0	8,48	—1,27	669	— 35	450	870	...	...	N. 1	0,10	11,1	— 3,5	158
14	727,54	+ 0,85	+17,93	+ 1,19	+ 9,2	+23,3	10,72	+0,92	701	— 3	450	860	...	...	variable	0,33	11,8	— 2,9	158
15	731,83	+ 5,10	+18,25	+ 1,41	+13,2	+25,0	12,13	+2,28	786	+ 83	410	900	0,2	1	N. 1	0,17	14,9	+ 0,1	160
16	732,88	+ 6,11	+19,88	+ 2,94	+13,8	+26,7	12,23	+2,34	718	+ 16	440	880	...	...	variable	0,23	—	—	161
17	729,18	+ 2,36	+19,91	+ 2,87	+15,2	+25,0	9,65	—0,28	580	—121	370	820	...	...	N. 2	0,04	18,0	+ 3,0	162
18	726,13	— 0,73	+19,34	+ 2,20	+13,1	+25,0	9,09	—0,88	573	—127	270	780	...	...	N. 1	0,01	17,7	+ 2,6	164
19	724,21	— 2,70	+20,42	+ 3,19	+14,8	+28,7	10,65	+0,64	626	— 73	270	770	...	...	N. 1	0,50	17,6	+ 2,4	168
20	726,42	— 0,53	+16,67	— 0,65	+14,0	+23,0	11,53	+1,48	828	+130	610	890	15,0	13	variable	0,91	16,8	+ 1,5	170
21	729,45	+ 2,45	+16,78	— 0,63	+14,6	+20,4	10,26	+0,17	738	+ 41	500	880	...	...	N. 1	0,47	16,3	+ 0,9	171
22	729,17	+ 2,13	+19,68	+ 2,18	+11,3	+26,9	10,65	+0,52	654	— 42	310	900	...	...	variable	0,18	17,7	+ 2,2	172
23	728,14	+ 1,05	+19,60	+ 2,02	+15,6	+23,4	12,56	+2,39	748	+ 53	550	830	...	...	NNO. 1	0,50	—	—	174
24	725,88	— 1,25	+21,45	+ 3,79	+15,2	+27,4	11,80	+1,59	641	— 53	370	820	..	..	SSO. 1	0,51	18,5	+ 2,8	176
25	724,13	— 3,05	+22,02	+ 4,28	+16,4	+27,9	11,81	+1,56	632	— 61	370	840	...	...	S. 1	0,78	18,9	+ 3,1	178
26	728,86	+ 1,64	+14,58	— 3,24	+13,5	+24,7	9,99	—0,29	826	+134	590	990	8,0	7	variable	0,91	17,9	+ 2,0	180
27	731,06	+ 3,79	+16,94	— 0,96	+11,2	+22,4	7,81	—2,50	571	—120	360	860	...	...	variable	0,38	16,4	+ 0,4	183
28	728,63	+ 1,32	+19,77	+ 1,80	+10,2	+26,9	12,11	+1,77	669	— 21	430	740	...	...	SO. 1	0,09	16,6	+ 0,5	188
29	726,00	— 1,35	+22,18	+ 4,14	+14,8	+28,9	10,55	+0,18	568	—121	250	980	...	..	variable	0,54	17,9	+ 1,7	189
30	725,07	— 2,32	+19,89	+ 1,78	+14,8	+24,7	11,21	+0,81	659	— 29	460	780	...	...	N. 1	0,43	—	—	190

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725,51	725,70	725,69	725,37	725,29	725,25	725,28	725,58	725,87
2e »	728,01	728,16	728,00	727,68	727,19	727,08	727,16	727,45	727,90
3e »	728,09	728,28	728,13	727,68	727,31	726,92	726,86	727,31	727,70
Mois	727,20	727,38	727,27	726,91	726,60	726,42	726,43	726,78	727,16
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+10,53	+11,95	+13,85	+14,84	+14,40	+13,70	+13,06	+12,04	+11,31
2e »	+14,42	+16,86	+19,10	+21,02	+22,22	+21,43	+19,88	+18,55	+16,93
3e »	+15,55	+18,06	+19,82	+22,48	+23,57	+23,55	+23,02	+20,32	+18,33
Mois	+13,50	+15,62	+17,60	+19,45	+20,06	+19,56	+18,66	+16,98	+15,53
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	8,61	8,48	8,35	8,43	8,39	8,47	8,58	8,78	8,78
2e »	10,10	10,12	9,93	9,52	9,21	9,40	10,67	10,65	11,36
3e »	10,95	11,61	11,06	10,36	9,47	10,27	11,40	11,83	11,30
Mois	9,89	10,07	9,78	9,44	9,02	9,38	10,22	10,42	10,48
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	905	823	729	693	698	726	778	840	881
2e »	823	702	595	509	472	518	618	668	788
3e »	819	750	646	522	455	484	543	665	722
Mois	849	758	657	575	542	576	646	724	797

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 9,22	+16,14	0,83	12,22	52,1	147,9
2e »	+12,68	+23,63	0,38	14,69	20,6	161,0
3e »	+13,76	+25,36	0,48	17,52	8,0	180,1
Mois	+11,89	+21,71	0,56	14,73	80,7	163,0

Dans ce mois, l'air a été calme 4,44 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,97 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 63°,5 O., et son intensité est égale à 19,24 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUIN 1872.

Le 1er, brouillard tout le jour, neige le soir.
2, brouillard depuis midi.
3, brouillard tout le jour, neige.
4, id. id.
5, brouillard tout le jour.
6, brouillard jusqu'à 6 h. soir, clair depuis.
7, clair le matin, brouillard depuis 11 h.
9, brouillard tout le jour; à 5 h. soir, éclairs, tonnerres et pluie.
10, brouillard tout le jour.
11, brouillard presque tout le jour.
12, brouillard tout le jour; par moments quelques flocons de neige et un peu de pluie, en quantité non mesurable.
14, brouillard depuis 2 h. après midi.
16, brouillard depuis 4 h. après midi.
17, brouillard le matin de bonne heure, puis clair.
20, brouillard tout le jour.
21, brouillard jusqu'au soir.
25, à 6 $1/2$ h. soir, orage avec éclairs et tonnerres pendant un quart d'heure.
26, dans la nuit du 25 au 26, à 2 $1/2$ h. matin, orage avec éclairs, tonnerres et grèle; brouillard tout le jour.
27, brouillard le matin et le soir.
30, brouillard tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 10 h. matin	564,40	Le 1 à 8 h. matin	562,82
8 à 4 h. après m.	566,46	3 à 4 h. après m.	559,91
15 à 10 h. soir	574,17	10 à 8 h. matin	561,36
22 à 10 h. soir	570,90	19 à 6 h. matin	565,19
28 à 2 et 4 h. après m.	569,94	26 à 10 h. matin	567,09
		30 à midi	566,54

SAINT-BERNARD. — JUIN 1872.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.		Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.			
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim				
1	563,06	— 2,62	562,82	563,53	— 1,62	— 4,29	— 3,2	+ 1,0	..45.	.6,5.	....	NE.	1	1,00
2	563,77	— 2,00	563,14	564,40	+ 2,05	— 0,74	— 1,0	+ 8,0	.....	.....	....	NE.	1	0,82
3	560,20	— 5,66	559,91	560,87	— 0,21	— 3,11	— 2,6	+ 4,4	..40.	19,7.	....	NE.	1	1,00
4	562,31	— 3,63	560,94	562,85	— 2,12	— 5,13	— 3,5	+ 0,3	..20.	.3,3.	....	NE.	2	1,00
5	562,10	— 3,92	560,94	563,54	— 4,48	— 7,60	— 5,2	— 2,8	.....	.....	....	NE.	3	1,00
6	564,81	— 1,30	563,74	565,54	+ 1,57	— 1,66	— 1,4	+ 5,0	.....	.....	....	NE.	1	0,77
7	565,56	— 0,63	565,26	566 06	+ 4,39	+ 1,05	+ 1,7	+10,0	.....	.....	....	SO.	1	0,70
8	566,23	— 0,04	565,77	566,46	+ 5,11	+ 1,66	+ 1,2	+10,0	.....	.....	....	SO.	1	0,26
9	563,54	— 2,81	562,68	564,47	+ 2,59	— 0,96	+ 0,8	+ 5,8	.....	26,2.	....	SO.	1	0,87
10	561,70	— 4,73	561,36	562,45	+ 0,50	— 3,15	— 0,6	+ 3,7	.....	.....	....	NE.	1	1,00
11	563,90	— 2,61	563,24	564,40	+ 0,51	— 3,24	— 1,4	+ 4,3	.....	.....	....	NE.	1	0,88
12	564,22	— 2,37	564,07	565,52	+ 1,42	— 2,43	+ 0,6	+ 3,6	.....	.....	....	NE.	1	0,94
13	564,96	— 1,71	564,19	565,89	+ 4,86	+ 0,91	— 0,9	+ 9,4	.....	.....	....	NE.	1	0,09
14	568,41	+ 1,66	566,42	570,01	+ 6,42	+ 2,38	+ 3,6	+11,0	.....	.....	....	calme		0,62
15	572,60	+ 5,78	570,95	574,17	+ 8,10	+ 3,97	+ 3,0	+13,5	.....	.....	....	NE.	1	0,38
16	573,50	+ 6,60	573,21	573,75	+ 7,63	+ 3,41	+ 5,0	+11,4	.....	.....	....	NE.	1	0,57
17	570,46	+ 3,49	569,80	571,36	+ 7,11	+ 2,80	+ 4,6	+10,4	.....	.....	....	NE.	1	0,32
18	567,91	+ 0,87	567,47	568,41	+ 7,88	+ 3,48	+ 4,8	+12,8	.....	.....	....	NE.	1	0,23
19	566,37	— 0,74	565,19	567,16	+ 7,99	+ 3,50	+ 4,1	+12,9	.....	.....	....	NE.	1	0,39
20	566,46	— 0,72	566,24	566,98	+ 4,25	— 0,33	+ 1,4	+10,8	.....	7,9.	....	NE.	1	0,91
21	568,48	+ 1,23	567,04	569,49	+ 3,19	— 1,47	+ 1,5	+ 6,4	.....	.....	....	NE.	1	0,84
22	570.54	+ 3,22	569,96	570,90	+ 8,11	+ 3,37	+ 4,0	+12,4	.....	.....	....	NE.	1	0,11
23	570,12	+ 2,73	569,75	570,31	+ 8,87	+ 4,05	+ 5,8	+12,3	.....	.....	....	NE.	1	0,44
24	568,63	+ 1,18	568,29	569,14	+ 9,42	+ 4,52	+ 7,3	+12,7	.....	.....	....	NE.	1	0,51
25	567,95	+ 0,44	567,71	568,24	+ 8,91	+ 3,93	+ 7,1	+12,2	.....	.5,4.	....	SO.	1	0,86
26	567,75	+ 0,18	567,09	568,37	+ 2,52	— 2,53	+ 0,8	+ 5,5	.....	12,4.	....	NE.	1	0,96
27	568,91	+ 1,28	568,34	569,31	+ 1,88	— 3,24	— 1,8	+ 5,1	.....	.....	....	NE.	1	0,84
28	569,48	+ 1,79	568,54	569,94	+ 8,18	+ 2,99	+ 4,2	+11,6	.....	.....	....	NE.	1	0,21
29	568,55	+ 0,80	568,20	568,85	+ 9,01	+ 3,75	+ 5,4	+13,4	.....	.....	....	NE.	1	0,10
30	566,73	— 1,08	566,54	567,20	+ 5,21	— 0,12	+ 4,7	+ 8,8	.....	.4,2.	....	NE.	1	0,90

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	562,97	563,18	563,37	563,45	563,37	563,38	563,39	563,53	563,68
2e «	567,39	567,54	567,69	567,97	567,99	568,03	568,07	568,22	568,36
3e «	568 51	568,46	568,69	568,77	568,81	568,88	568,78	568,89	568,99
Mois	566,29	566,40	566,58	566,73	566,73	566,76	566,75	566,88	567,01
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 0,67	+ 1,63	+ 2,22	+ 3,63	+ 3,46	+ 2,57	+ 1,03	— 0,12	— 0,36
2e «	+ 2,79	+ 5,01	+ 7,08	+ 9,15	+ 9,78	+ 8,24	+ 6,30	+ 4,37	+ 4,23
3e «	+ 4,35	+ 6,03	+ 7,91	+ 9,06	+ 9,48	+ 8,68	+ 7,69	+ 6,34	+ 5,63
Mois	+ 2,16	+ 4,22	+ 5,74	+ 7,28	+ 7,57	+ 6,50	+ 5,01	+ 3,53	+ 3,17

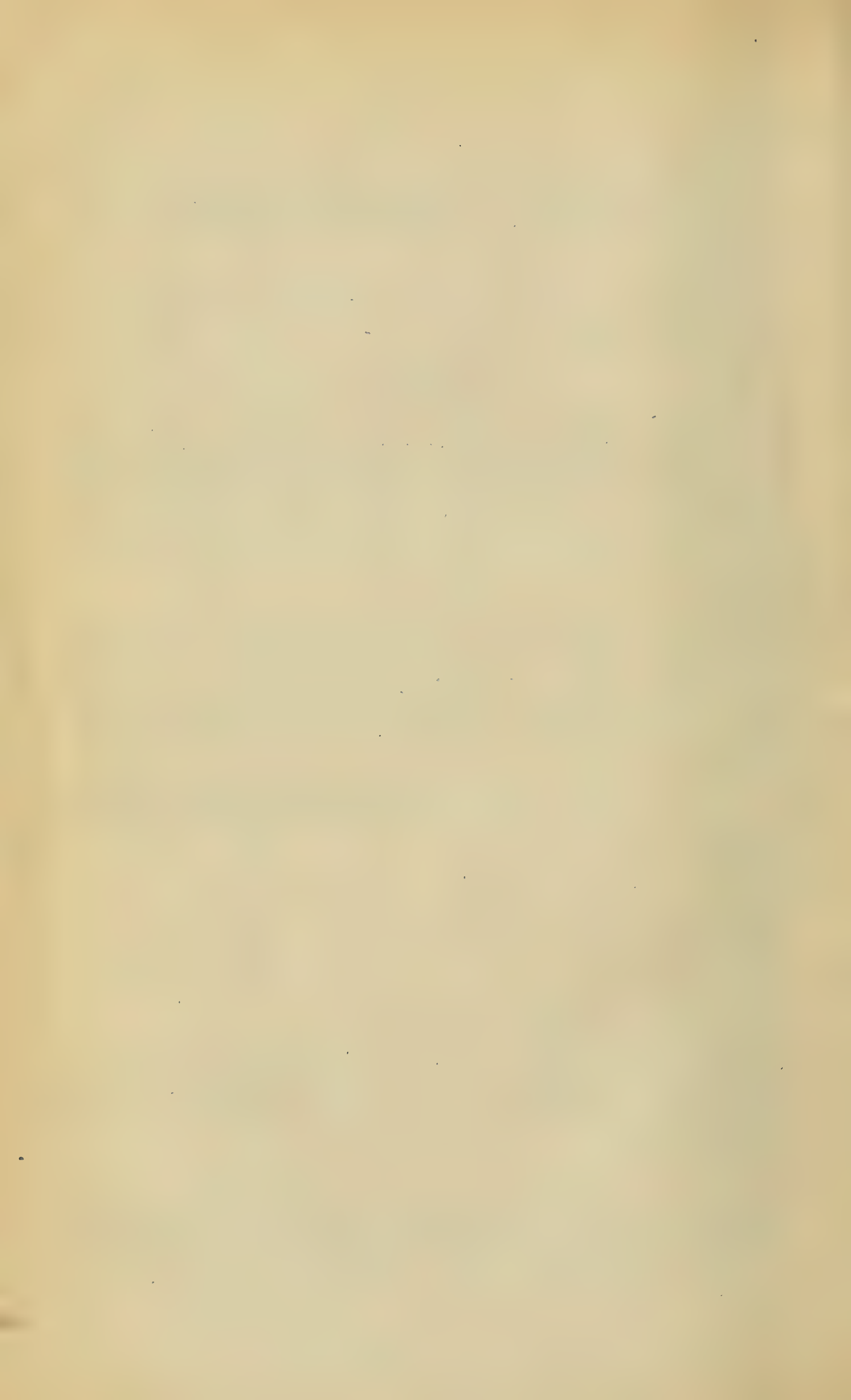
	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 1,38	+ 4,54	0,84	55,7	105
2e «	+ 2,48	+10.01	0,53	7,9	—
3e «	+ 3,90	+10,04	0,58	22,0	—
Mois	+ 1,67	+ 8,20	0,65	85,6	105

Dans ce mois, l'air a été calme 22,96 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 8,92 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° E., et son intensité est égale à 70,37 sur 100.

* Voir la note du tableau.



SUR LE

PASSAGE DE L'ÉLECTRICITÉ
A TRAVERS LES GAZ

PAR

MM. G. WIEDEMANN ET R. RUHLMANN

(Extrait [1].)

Introduction.

Nous tenons à donner à nos lecteurs une analyse détaillée de cet intéressant mémoire qui, à l'exposé de méthodes d'expérimentation fort ingénieuses et très-précises, joint un grand nombre d'observations nouvelles, propres à éclaircir un peu cette question, si obscure encore, de la décharge électrique à travers les gaz raréfiés.

Lorsqu'il existe entre deux corps voisins, séparés par un milieu quelconque une différence électrique, l'équilibre peut se rétablir entre eux de deux manières différentes, savoir, par un courant continu ou par une décharge discontinue. Le premier cas se produit lorsque le milieu interposé est un corps conducteur, le second lorsque ce milieu est un corps isolant.

L'étincelle électrique dans l'air, à la pression ordinaire aussi bien que les houppes ou aigrettes qui se produisent

[1] G. WIEDEMANN und R. RUHLMANN, Ueber den Durchgang der Electricität durch Gase. (*Berichte der kön. sächs. Gesellschaft der Wissensch.*, 20 octobre 1871 ; *Poggend. Annalen*, vol. CXLV, p. 235-259, 364-399.

sur les conducteurs d'une machine électrique, résultent de décharges discontinues, presque instantanées, et donnent au miroir tournant des images nettes et bien tranchées comme Faraday et Wheatstone l'ont observé.

Pour ce qui est des gaz raréfiés, on les a souvent considérés comme des conducteurs imparfaits, transmettant la décharge électrique d'une manière continue, devenant incandescents et lumineux par le passage du courant comme des conducteurs métalliques. Partant de là, on a tenté de mesurer la résistance électrique des différents gaz raréfiés, de la même manière que celle des conducteurs métalliques. Cependant M. Wiedemann avait reconnu déjà que les quantités de chaleur dégagées par le courant d'une bobine d'induction dans un tube de Geissler étroit, destiné à l'analyse spectrale, sont beaucoup plutôt proportionnelles aux intensités des courants qu'aux carrés de ces intensités, comme l'exigerait la loi établie par Joule pour la décharge continue dans des conducteurs métalliques. De plus, l'examen fait au miroir tournant de la décharge électrique produite dans un tube de Geissler démontre avec une entière évidence que cette décharge est discontinue; en effet, même lorsqu'on remplace la décharge alternante d'une bobine par la décharge, constante dans sa direction, d'une machine électrique, le miroir tournant donne jusqu'aux plus basses pressions ($^1/_4{}^{mm}$) des images nettement tranchées du tube lumineux; ce qui démontre que le tube est traversé par une série de décharges presque instantanées se succédant à des intervalles plus ou moins longs. Avec des tubes de verre le phénomène de la décharge est compliqué par la présence de l'électricité accumulée sur ses parois isolantes. Pour écarter cette cause d'incertitude,

les auteurs ont opéré avec un grand ballon en métal. Ils se sont appliqués avant tout à mesurer les quantités d'électricité nécessaires pour produire dans différentes circonstances une décharge à travers un gaz raréfié.

Description de l'appareil.

L'appareil employé à ces recherches est représenté en diagramme dans la planche III, figure 2; il se composait :

1) Du ballon en métal, dans lequel s'accomplissaient les décharges (I),

2) d'une pompe pneumatique à mercure de Jolly (II),

3) d'un système de tubes et d'appareils de dessication (III), reliant le ballon à un réservoir de gaz,

4) d'une machine électrique de Holtz (IV),

5) d'un appareil de rotation destiné à la faire tourner (V),

6) d'un métronome (VI) servant à compter le nombre des tours de la machine,

7) d'un appareil héliométrique (VII), à l'aide duquel on mesurait les intervalles des décharges isolées, réfléchies par

8) un miroir tournant (VIII),

9) d'un galvanomètre (IX) mesurant la quantité d'électricité qui traversait le ballon dans l'unité de temps.

La figure 1 représente l'appareil, dans lequel s'accomplissaient les décharges électriques, avec l'héliomètre et le miroir tournant. Cet appareil consistait en un cylindre creux de laiton terminé aux deux bouts par deux demi-sphères du même métal qui donnaient passage aux électrodes. Celles-ci étaient formées chacune d'une tige d'acier enve-

loppée dans un tube de verre et portant à son extrémité une boule de différents métaux. Dans chaque cas la longueur de l'intervalle compris entre les faces antérieures de ces deux boules était mesuré avec soin à l'aide d'un cathétomètre. Le cylindre A présentait deux petites fenêtres B de 5 cm. de long et 2 cm. de large, placées aux deux extrémités d'un même diamètre et fermées par de petites plaques de verre, à travers lesquelles on pouvait observer les boules et les décharges qui s'accomplissaient entre elles. La tubulure C était reliée par un tube en caoutchouc vulcanisé très-épais à une pompe de Jolly munie d'un grand manomètre, sur lequel on lisait avec un cathétomètre les dixièmes de millimètre, et communiquait par le tube D avec un appareil à dessication, composé de tubes de verre pleins d'acide phosphorique et de chlorure de calcium, ainsi que de vase de Wulf contenant de l'acide sulfurique concentré.

La source d'électricité était une machine de Holtz, ancien modèle, avec deux armatures, celles-ci présentant des peignes en laiton au lieu des languettes en papier. Le plateau tournant de cette machine avait 36 cm. de diamètre, il était maintenu à 1^{mm} du plateau fixe et mis en mouvement à l'aide d'une grande roue en bois (V), munie d'une manivelle ; cette roue portait un petit ressort d'acier, qui, à chaque tour, venait frapper une planchette en bois, disposition qui servait à mettre le mouvement de la roue d'accord avec celui du métronome placé à côté ; 1 tour de la roue faisait 5,456 tours du plateau mobile.

L'intensité des décharges était mesurée au moyen d'un galvanomètre à lunette et à miroir, d'un modèle imaginé

par M. Wiedemann [1]. Les déviations du galvanomètre étaient les mêmes que le ballon fût ou non dans le circuit de la machine; il fut constaté de plus que les quantités d'électricité fournies par la machine, toutes circonstances égales, demeuraient très-sensiblement constantes dans le cours des expériences.

Les quantités d'électricité transmises étant connues, il fallait mesurer les intervalles qui séparaient dans différentes circonstances les décharges successives dans lesquelles elles se neutralisaient. Or, cette mesure ne pouvait guère se faire directement au miroir tournant, parce que les décharges ne reparaissaient pas périodiquement dans la même position du miroir, mais oscillaient autour d'une position moyenne; les étincelles ne se succédaient pas à des intervalles tout à fait égaux, de sorte que les images spéculaires n'apparaissaient pas à des distances parfaitement égales et cela tenait probablement à ce que la distance relative des deux plateaux de la machine se modifiait périodiquement par la rotation. Pour parer à cet inconvénient, les auteurs imaginèrent de fixer le miroir à l'axe de rotation de la machine de Holtz prolongé et amené à être parallèle à la ligne qui joignait les deux électrodes, de telle sorte qu'en visant depuis une certaine distance sur le miroir, on voyait toujours les décharges correspondant à une portion très-petite et toujours la même du plateau tournant, décharges dont la distance demeurait la même.

Pour ce qui est maintenant du procédé employé par MM. Wiedemann et Rühlmann, pour apprécier exactement l'intervalle séparant deux décharges succesives, il consis-

[1] *Poggend. Annalen*, tome CXXXIX, p. 504.

tait en deux mots en ceci : observer la décharge dans un instrument dont le champ fut partagé en deux et déplacer une des deux moitiés de ce champ juste d'une quantité égale à l'intervalle de deux images, de façon à amener une des moitiés d'une des décharges vues par réflexion à se trouver exactement dans le prolongement de l'autre moitié de la décharge précédente ; cela après avoir mesuré une fois pour toutes à quel déplacement angulaire du miroir, et par conséquent de la machine, correspond un déplacement égal à l'unité dans la portion mobile de cet appareil héliométrique. Celui-ci consistait en une lunette dont l'objectif était une lentille, partagée en deux parties égales par une fente verticale. L'une de ces moitiés était fixée invariablement dans un cadre portant la lunette elle-même, l'autre était mobile et se déplaçait verticalement le long de la portion fixe à l'aide d'une vis. Ce déplacement pouvait être mesuré à l'aide d'un vernier à $0,05^{mm}$ près. Le ballon était tourné de telle sorte que les images des lignes horizontales passant par le milieu des petites fenêtres et la ligne joignant les électrodes coïncidassent exactement dans l'héliomètre avec l'axe de rotation de la machine électrique et le milieu du miroir. L'axe de l'héliomètre était perpendiculaire à celui de la machine et dans le même plan horizontal que lui. La position de la demi-lentille mobile, pour laquelle l'héliomètre donnait une image unique, était observée une fois pour toutes à l'échelle. Le demi-objectif étant fixé dans cette position et, de plus, la machine électrique étant en mouvement ainsi que le miroir, on voyait une série de traits lumineux horizontaux ; pour évaluer les intervalles qui les séparaient, on déterminait la quantité dont il fallait déplacer la lentille mobile, dans un sens ou dans l'autre, pour que la moitié de

l'un quelconque des traits lumineux vus par cette lentille vînt exactement dans le prolongement de la moitié de la décharge précédente ou de la décharge suivante, vue dans l'autre demi-lentille.

Pour pouvoir, de cette mesure à l'échelle de l'héliomètre, déduire les intervalles qui séparent deux décharges, il fallait déterminer à quel déplacement angulaire du miroir correspondait une division de cette échelle. Voici comment les auteurs s'y sont pris pour faire cette détermination. Un second miroir pouvant se fixer dans telle position qu'on voulait, fut adapté au prolongement de l'axe de la machine, au-dessous de ce miroir et à 255^{mm} était une échelle graduée en millimètres, horizontale, disposée dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation, et que l'on observait par réflexion dans le miroir avec une lunette placée à $1\,{}^1/_2{}^m$ de distance à peu près. L'objectif de l'héliomètre fut réglé de façon à donner une image simple, son oculaire fut enlevé et remplacé par un verre dépoli, sur lequel étaient tracés deux traits horizontaux. Le plateau de la machine et avec lui le premier miroir, miroir fixe, fut amené dans une position telle que l'image d'une des électrodes éclairée par derrière arrivât à être exactement tangente à un de ces deux traits marqués sur le verre dépoli. Le second miroir, miroir mobile, fut alors fixé à l'axe, de façon à ce que l'image du zéro de l'échelle millimétrique, placé droit au-dessous de l'axe, vînt à coïncider exactement avec le fil horizontal du réticule de la petite lunette. Tout étant ainsi disposé, on fit tourner l'axe de la machine de manière à amener la même électrode à être tangeante au second trait du verre dépoli, et on lut le trait de la petite division millimétrique *s*, qui coïncidait cette fois avec le fil horizontal de la petite lunette. Or, appe-

lant α la distance du petit miroir à l'échelle millimétrique, φ l'angle dont a tourné le plateau de la machine, on avait

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{s}{\alpha}$$

Enfin on mesura le déplacement à donner à la lentille mobile de l'héliomètre, pour arriver à voir deux images de cette même électrode, dont l'une fût tangente au trait supérieur du verre dépoli, l'autre au trait inférieur. Ce déplacement étant β^{mm}, deux décharges dont la distance est mesurée à l'héliomètre par 1^{mm} sont séparées par un intervalle de temps, dans lequel le plateau de la machine électrique a parcouru un angle égal à $\frac{\varphi}{\beta}$; le nombre des tours du plateau de la machine électrique étant connu, et il était en général de 546 dans la minute, on obtient facilement le temps correspondant à un déplacement angulaire $\frac{\varphi}{\beta}$, c'est-à-dire le temps qui sépare deux décharges successives.

Maintenant E étant la quantité d'électricité fournie par la machine de Holtz dans l'unité de temps et que l'on mesure au moyen du galvanomètre introduit dans le circuit, t_n l'intervalle entre deux décharges consécutives, la quantité d'électricité qui s'écoule à chaque décharge est $m = E\, t_n$.

L'appareil étant gradué une fois pour toutes comme nous venons de le voir, la série des opérations pour chaque expérience était la suivante : 1° l'héliomètre était ajusté de façon à ce que dans la position voulue du miroir on vît nettement l'image des électrodes; 2° le ballon était rempli du gaz qu'il s'agissait d'étudier et que l'on ame-

nait à la pression convenable : 3° cette pression était déterminée exactement avec le cathétomètre ; 4° le ballon était relié à la machine électrique animée de la vitesse de rotation voulue, et l'intervalle des décharges lu à l'héliomètre ; 5° la vitesse de rotation de la machine étant maintenue bien constante, on mesurait au galvanomètre l'intensité du courant ; 6° enfin on vérifiait de nouveau la pression.

Les auteurs étudièrent de la sorte :

1) L'influence de l'intensité de la source d'électricité sur les décharges ;

2) L'influence de la pression du gaz, de sa nature, de la substance qui forme les électrodes ;

3) L'influence de la grandeur des électrodes, de leur écartement et du fait qu'elles soient ou non reliées à la terre.

Influence de la quantite d'électricité sur l'intervalle de temps qui sépare les décharges.

Dans plusieurs séries d'expériences, on mesura les intervalles auxquels se succédaient les décharges suivant qu'on faisait tourner la machine plus ou moins vite, l'appareil de rotation faisant par exemple 60 à 100 tours dans la minute, et on trouva que, toutes circonstances égales d'ailleurs, l'intervalle β mesuré à l'échelle de l'héliomètre demeurait parfaitement constant. Cela prouve *que la quantité d'électricité produite par un déplacement angulaire constant, φ, du plateau de la machine est indépendante de la vitesse de rotation.*

Lorsque les autres circonstances, par exemple le degré d'humidité de l'air ou la distance des deux plateaux de la machine varient, l'intensité du courant mesurée au

galvanomètre varie aussi, la vitesse de rotation demeurant la même, et l'on observe alors que les intervalles qui séparent les décharges sont inversément proportionnels aux quantités d'électricité mesurées au galvanomètre, ainsi *les quantités d'électricité qui traversent à chaque décharge entre les électrodes sont toujours les mêmes, toutes circonstances égales.*

Étant connue la distance des décharges pour une intensité donnée du courant, on pourra en déduire la distance des décharges pour une autre intensité quelconque.

Influence de la pression, de la nature des gaz et de la matière constituant les électrodes.

L'influence de la pression d'un gaz sur l'apparence des décharges électriques qui le traversent, est bien connue. La pression diminuant, le jet positif s'étale, l'espace obscur augmente et l'auréole négative s'épanouit de plus en plus jusqu'à envelopper entièrement l'électrode. Aux hautes pressions, le jet entraîne avec lui des particules métalliques arrachées aux électrodes, ce qui n'a pas lieu aux basses pressions. Avec l'azote et l'air, chez lesquels la lumière bleue négative se différencie très-nettement de la lumière rouge positive, on obtient par l'analyse prismatique du jet positif le spectre ordinaire de l'azote au complet, tandis que l'auréole négative ne donne que trois raies appartenant au premier spectre, sans en être les plus brillantes. Cela prouve une fois de plus que le gaz prend une température différente à l'électrode négative que dans le jet positif, car on sait que dans un même spectre certaines raies s'effacent plus vite par suite de la diminution de la température que d'autres.

Observant au miroir tournant, on constate que les in-

tervalles qui séparent les décharges successives diminuent à mesure que la pression décroît. Aux pressions les plus basses, auxquelles on ait opéré, savoir à $^1/_2$ mm ou $^1/_4$ mm, on obtenait encore des décharges discontinues, nettement tranchées; c'étaient des traits lumineux de même largeur que le jet lui-même, l'auréole négative seule était un peu élargie par le miroir tournant aux très-basses pressions, pas assez cependant pour que les images successives de cette auréole cessassent d'être séparées par un espace obscur. La décharge négative dure donc un peu plus longtemps que la décharge positive. On voit de plus par ce qui précède qu'*il ne se produit point à travers les gaz raréfiés de décharge électrique continue et que celle-ci exige pour se produire dans ces milieux une tension déterminée.*

a) *Influence de la pression du gaz.* Les auteurs ont fait sur ce point huit séries différentes d'expériences, exécutées toutes avec de l'air sec, dépouillé d'acide carbonique, en faisant varier les dimensions et la distance des électrodes. Nous ne pouvons reproduire ici les tableaux dans lesquels sont contenus les résultats de ces expériences ; nous renvoyons pour ces tableaux au mémoire original; nous ne reproduisons pas non plus la planche représentant les courbes tracées par MM. Wiedemann et Rühlmann, en prenant pour abscisses les pressions et pour ordonnées les intervalles des décharges. L'observation de ces courbes montre qu'*avec une même affluence d'électricité aux électrodes la distance des décharges successives et, par conséquent, la quantité d'électricité nécessaire à la production d'une décharge augmente à mesure que la pression croît. Cette augmentation est d'abord rapide aux basses pressions, moins rapide ensuite pour ar-*

river aux pressions plus élevées à être à peu près proportionnelle à l'accroissement de la pression.

b) *Influence de la nature du gaz.* La décharge électrique fut étudiée au point de vue de sa discontinuité et des intervalles de temps qui séparent les étincelles successives dans six gaz différents, chimiquement purs, l'air atmosphérique, l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, l'acide carbonique et l'acide sulfureux. Les électrodes étaient deux boules de platine sensiblement égales ($3{,}45^{mm}$ et $3{,}40^{mm}$ de diamètre) distantes de $9{,}2^{mm}$. Tantôt elles étaient isolées toutes deux, tantôt l'une ou l'autre était reliée au sol. Ces six gaz donnèrent des résultats analogues et ne différèrent que pour la grandeur des écarts y mesurés à l'héliomètre, et la grandeur des constantes de la formule d'interpolation exprimant y en fonction de la pression p [1]. Pour une intensité constante du courant, la distance des décharges est à peu près la même à pression égale pour l'air, l'oxygène, l'azote et l'acide carbonique; elle est beaucoup plus petite dans l'hydrogène, plus grande au contraire dans l'acide sulfureux.

c) *Influence de la nature des électrodes.* Les mêmes expériences furent répétées avec les six gaz différents et en faisant varier la nature des électrodes. On employa successivement deux électrodes en zinc dans de l'azote et dans de l'oxygène; une électrode en platine et l'autre en zinc dans de l'air, puis dans de l'hydrogène. Il résulta de ces expériences et d'autres analogues, que tant que les décharges sont transmises uniquement par le gaz raréfié, la substance composant les électrodes n'influe pas sur

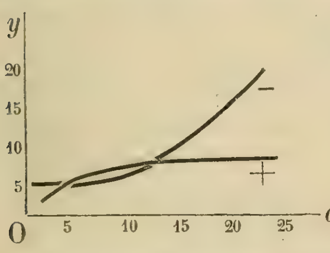
[1] La formule reconnue par M. Rühlmann pour donner avec la plus grande approximation les intervalles y en fonction de la pression est :

$$y = A + Bp - Cp^{-2}.$$

l'intervalle de ces décharges. Ainsi donc : *la quantité d'électricité dont doivent être chargées les électrodes pour la production d'une étincelle à travers le gaz raréfié seulement est indépendante de la nature du métal des électrodes.*

Influence de la grandeur, de la distance et de l'isolement des électrodes.

Pour étudier l'action qu'exercent des électrodes de grandeurs différentes, on disposa dans l'appareil deux boules de laiton de 13,8^{mm} et 2,65^{mm} de diamètre, dont on faisait varier la distance, l'intensité du courant demeurant constante. Les résultats obtenus ont été représentés graphiquement par des courbes ayant pour abscisses les distances des électrodes d, et pour ordonnées les intervalles y des décharges. La forme de ces courbes est complétement différente (voir figure ci-contre) suivant que la grande boule



est négative (courbe —), ou positive (courbe +). Dans le premier cas l'équation empirique de la courbe est de la forme $y = C + B\,d^2$, dans le second elle est de la forme $y = A - \frac{B}{d}$. On voit que, *quand la distance des électrodes a atteint une certaine grandeur, il faut pour produire une étincelle avec une même distance une plus grande quantité d'électricité, la grande boule étant négative que lorsqu'elle est positive.* De plus, lorsque la grande boule est positive, la quantité d'électricité nécessaire à une décharge atteint promptement au maximum, tandis

qu'elle croît très-rapidement dans le cas inverse à mesure que la distance des électrodes augmente.

En reliant l'une ou l'autre des électrodes avec le sol, on observe ce qui suit : *l'électrode positive communiquant avec le sol, les intervalles des décharges, c'est-à-dire les quantités d'électricité nécessaires à la production d'une étincelle, sont plus grandes que lorsque les électrodes sont toutes deux isolées ; mais ces intervalles sont beaucoup plus grands encore lorsque c'est l'électrode négative qui communique avec le sol.*

Transport de particules métalliques par la décharge.

Lorsque la densité, à laquelle l'électricité doit atteindre à la surface d'une électrode pour la production d'une étincelle est très-grande, il y a à côté de la décharge produite par le gaz seul, entraînement de particules métalliques incandescentes; la pression augmentant graduellement on les voit apparaître d'abord à l'électrode positive et elles finissent par envahir tout le jet. On constate facilement leur présence à l'aide du spectroscope. L'influence que la tension électrique plus ou moins grande à la surface des électrodes exerce sur l'entraînement des particules se reconnaît facilement en faisant communiquer l'une ou l'autre des électrodes avec le sol. Avec une distance des électrodes de 17^{mm} et avec de l'air à 200^{mm} de pression, on n'obtenait que très-peu de décharges avec entraînement métallique. En reliant l'électrode positive avec le sol, on y diminue la densité électrique et l'entraînement métallique y disparaît complétement ; il ne se manifeste que faiblement à l'électrode négative où la densité est au contraire augmentée. L'électrode négative communiquant avec le sol, la densité en est augmentée à

l'électrode positive et les décharges avec transport métallique sont augmentées au point qu'il se produit entre les électrodes une brillante étincelle.

Soupape électrique. — Rotation électromagnétique de la décharge à travers l'air raréfié.

Les expériences citées ci-dessus se relient tout naturellement aux observations faites par d'autres auteurs sur la soupape électrique. Un courant électrique de courte durée ne pourra traverser un gaz raréfié que lorsque les densités électriques aux extrémités des électrodes auront atteint une valeur déterminée. On sait que si une des électrodes est notablement plus grande que l'autre, le passage d'une décharge de la plus petite boule positive à la plus grande négative exige une plus grande tension que le passage de la plus petite boule négative à la plus grande positive. Dans le cas d'une série de décharges alternantes avec une tension intermédiaire entre ces deux valeurs, les décharges pour lesquelles la petite électrode est négative pourront seules passer. Pour les courants alternants d'une bobine d'induction, la question se complique du fait que les courants de rupture atteignent plus vite leur maximum que les courants de fermeture et de ce que l'intensité de ces courants n'est pas indépendante de la résistance du circuit. Si la petite électrode est positive pour le courant d'ouverture, le passage de la décharge exige une charge telle que le courant d'ouverture seul peut la fournir. Si la petite électrode est négative pour le courant d'ouverture, celui-ci sera encore seul capable aux pressions élevées de produire la tension nécessaire pour une décharge, parce qu'il atteint son entier développement pendant que se chargent les électrodes ;

mais si la pression diminue il n'y a plus besoin d'aussi fortes tensions, il peut se faire alors qu'après le passage du courant d'ouverture, le courant de fermeture produise une tension suffisante pour que le courant traverse aussi de la grande boule positive à la plus petite négative. En ce moment, la déviation de l'aiguille du galvanomètre peut arriver à être nulle sous l'influence de ces deux courants alternatifs. La pression diminuant encore les tensions nécessaires à la production des décharges sont encore plus faibles ; la plus grande durée du courant de fermeture peut avoir pour résultat qu'il passe une plus grande quantité d'électricité par ce courant de la grande à la petite électrode que par le courant de sens opposé et alors l'aiguille du galvanomètre dévie dans l'autre sens.

On peut également expliquer à l'aide des expériences rapportées plus haut pourquoi la décharge électrique se produisant entre une boule et un anneau qui lui est concentrique, tourne avec une vitesse différente sous l'action d'un électro-aimant suivant que la boule forme le pôle positif ou le pôle négatif [1].

« Lorsque l'aimant vient à agir sur la décharge, la direction oblique qu'elle prend sous cette action dépend du rapport existant entre la vitesse avec laquelle l'air est entraîné d'une électrode à l'autre, et celle avec laquelle il se déplace dans le sens transversal sous l'impulsion de l'aimant. Puis donc que ces deux vitesses sont proportionnelles à la quantité d'électricité transmise dans l'unité de temps, la déviation de la décharge sera la même qu'elle soit forte ou faible. Lorsqu'une série de déchar-

[1] Voyez *Archives*, 1867; *Annales de physique et de chimie*, 4me série, tome X, p. 165.

ges se suivent à de petits intervalles, chacune d'elles trouve une couche d'air plus chaude, qui vient de transmettre la précédente, mais qui depuis s'est plus ou moins déplacée par suite de l'impulsion qu'elle avait reçue de l'aimant ; la vitesse de rotation du jet doit être d'autant plus grande qu'il se produit un plus grand nombre de décharges dans l'unité de temps. Puis donc qu'avec une distance suffisamment grande des électrodes les décharges se succèdent plus rapidement lorsque l'électrode positive est la plus grande, le mouvement de rotation doit être plus rapide lorsque l'anneau sert d'électrode positive que dans le cas inverse, comme M. de la Rive l'a observé. »

Force qui est nécessaire aux deux électrodes pour que la décharge s'établisse.

Partant des données expérimentales acquises jusqu'ici sur la transmission de l'électricité par les gaz, les auteurs se sont efforeés de ramener ces faits divers et épars à certaines conceptions mécaniques simples.

Lorsque les électricités de noms contraires affluent également des deux pôles d'une machine électrique aux électrodes, elles s'accumulent sur leurs surfaces suivant les lois connues de l'électrostatique. Avant qu'il y ait décharge à travers le gaz raréfié il faut que la tension à chacune des électrodes atteigne une valeur déterminée ; il s'agit de rechercher quelle doit être cette tension dans les différents cas examinés ci-dessus.

Les électrodes étant deux boules de même grandeur ou

[1] Voir les expériences de M. Fernet, *Comptes rendus*, 1864, t. LIX, p. 1005 ; *Poggend. Annalen*, t. CXXIV, p. 351.

de grandeurs inégales, le potentiel des électricités de noms contraires qui s'accumulent sur leurs surfaces, atteindra son maximum au point de chaque boule qui se trouve exactement opposé à l'autre sur la ligne des centres. Suivant qu'il faudra un même potentiel pour que la décharge s'établisse aux deux électrodes ou qu'il faudra un potentiel plus fort à un des pôles qu'à l'autre, la décharge commencera aux deux électrodes en même temps, ou bien au pôle qui exige le moindre potentiel d'abord, à l'autre ensuite. Si l'une des deux boules est seule reliée à la machine, tandis que l'autre communique avec le sol, cette dernière ne sera électrisée que par influence, et le potentiel y sera plus faible que sur celle qui est électrisée directement. Si donc les deux électricités exigent le même potentiel pour l'établissement d'une décharge, la même affluence d'électricité suffira à produire la décharge, soit dans le cas où l'électrode positive sera seule reliée à la machine, l'autre communiquant avec le sol, soit dans le cas inverse. Or l'expérience démontre qu'il n'en est point ainsi, mais que *pour que la décharge s'établisse à l'électrode positive il faut que les électricités atteignent un potentiel plus élevé que pour que la décharge s'établisse à l'électrode négative.* Car lorsqu'on fait communiquer avec le sol l'électrode positive, il faut une plus grande affluence d'électricité pour produire l'étincelle que lorsque les deux électrodes sont isolées et reliées à la machine, mais il en faut une beaucoup plus grande encore lorsque c'est l'électrode négative qui communique avec le sol.

Le même résultat ressort des expériences faites avec des électrodes de grandeurs différentes; car avec la même affluence d'électricité le potentiel atteint une plus grande valeur sur la petite boule que sur la grande. La petite

boule étant négative, le potentiel nécessaire à une décharge y sera beaucoup plus vite atteint qu'à la grande boule par l'électricité positive, et il faudra conformément aux expériences une plus grande affluence d'électricité pour produire la décharge dans le cas de la grande boule positive que dans le cas inverse.

Essai d'une théorie sur la décharge électrique à travers les gaz raréfiés.

Se basant sur les faits déjà connus dans le domaine des décharges électriques à travers les gaz raréfiés et principalement sur ceux qu'ils ont observés eux-mêmes, les auteurs émettent ensuite les idées théoriques qui suivent. Sur ce point nous citerons presque textuellement le mémoire original.

« Puisque pour la production d'une étincelle les deux électricités doivent atteindre aux électrodes une tension déterminée, on peut provisoirement se représenter, sans pour cela tirer d'autres conclusions sur la vraie cause de ce phénomène, qu'il y a à la surface des électrodes une certaine résistance au passage, s'opposant à la propagation de l'électricité à travers les particules gazeuses qui entourent les électrodes et exigeant pour être surmontée une force déterminée.

« Il y aura lieu d'entreprendre plus tard des expériences pour se rendre compte de la véritable cause de cette résistance apparente. Si les forces électriques répulsives qui impriment leur impulsion aux électricités répandues à la surface des électrodes, se sont suffisamment accrues pour vaincre la résistance au passage, les masses électriques doivent aussitôt quitter les électrodes avec une vitesse assez considérable. Il pourrait se faire que, dans cet acte,

les électricités se propagent à travers le gaz de molécule à molécule. Il pourrait se faire aussi que les particules gazeuses électrisées dans le voisinage du pôle soient projetées loin de celui-ci, viennent frapper des portions plus éloignées de la masse gazeuse et leur communiquent leur mouvement et leur électricité. Ou bien encore les particules gazeuses projetées des électrodes avec l'électricité qu'elles contiennent pourraient être lancées à de grandes distances à travers le milieu qui les entoure. C'est ce dernier point de vue qui semble être le plus vraisemblable ; il a pour lui la production du courant d'air qui s'échappe d'une pointe électrisée positivement et le fait que les particules métalliques arrachées aux électrodes se répandent toujours plus avant vers l'électrode négative à mesure que la pression, partant la tension électrique, augmente.

« Considérons le cas où une seule électrode est électrisée directement, l'autre étant fort éloignée, très-grande et reliée au sol. Le potentiel des électricités sur l'unité de surface de la boule non électrisée directement est excessivement petit ; le potentiel nécessaire à l'établissement de la décharge se trouve atteint d'abord sur la boule électrisée. Si l'électrode est chargée positivement, il faut pour la production de la décharge un potentiel plus grand que si elle est chargée négativement, *la vitesse avec laquelle l'électricité elle-même ou les particules gazeuses électrisées quittent l'électrode doit donc être plus grande lorsque celle-ci est positive que lorsqu'elle est négative.*

« En vertu de ce qui précède, la décharge se propagerait dans le même temps à une plus grande distance de l'électrode positive que de la négative. Avec un même dégagement d'électricité, il se produirait à l'électrode positive un moins grand nombre de décharges, se propa-

geant à une plus grande distance et, à l'électrode négative une plus grande quantité de décharges qui en revanche seraient limitées au voisinage immédiat de l'électrode.

« Pour se faire une idée de la différence qui existe entre ces vitesses des deux électricités, que l'on considère le cas d'une décharge s'accomplissant entre deux boules d'égales dimensions à travers de l'air à $81^{mm},1$ de pression. Dans ce cas les quantités d'électricités nécessaires à une décharge, suivant que l'on électrise la boule négative seule ou la boule positive seule, sont entre elles comme 12,3 : 21,7 ou comme 1 : 1,76. Les potentiels des électricités accumulées par unité de surface sont donc dans le rapport de $1 : (1,76)^2, = 1 : 3,13$. Si l'air accumulé à la surface des deux boules est projeté par la décharge, les vitesses initiales qu'il prend à chacune des électrodes sont dans le même rapport.

« On peut s'expliquer à l'aide de cette considération *la différence existante entre les deux formes si dissemblables qu'affecte la décharge dans l'air raréfié, entre le jet positif en faisceau et l'auréole négative.*

« La notion si répandue que l'électricité positive s'écoule plus facilement des corps électrisés que la négative, ne peut donc plus être maintenue devant ce qui précède ; car il faut au contraire une plus grande tension et une plus grande force pour la décharge positive, ce qui fait que les particules matérielles projetées de l'électrode positive ont une plus grande vitesse que celles qui partent de l'autre et se répandent plus loin.

.... « Par suite de la plus grande vitesse de la décharge partant de l'électrode positive et de la plus petite vitesse de la décharge provenant de l'électrode négative, les masses d'air électrisées mises en mouvement se ren-

contrent dans le voisinage de l'électrode négative. La masse d'air positive partant d'une portion plus resserrée de la surface de l'électrode est semblable à un jet condensé venant s'étaler sur la nappe d'air négative qui part d'une surface beaucoup plus étendue (comme un jet d'eau venant frapper une surface d'eau en repos); la vitesse de propagation des masses d'air est de la sorte anéantie, elles se mêlangent et leurs électricités se neutralisent dans l'espace obscur où on ne peut plus constater de courant électrique bien déterminé. Conformément à cette interprétation, M. de la Rive observa que l'on ne peut pas obtenir de courants dérivés, si ce n'est parfois de très-faibles, en introduisant dans l'espace obscur d'un grand tube de Geissler deux petites plaques de platine reliées avec un galvanomètre; tandis que le courant dérivé se montre immédiatement lorsqu'on change le sens de la décharge de manière à amener des sondes dans le jet positif [1]. Plus l'intervalle entre les décharges est grand, et plus par conséquent la vitesse avec laquelle les gaz électrisés vont à la rencontre l'un de l'autre dans le voisinage de l'électrode négative est grande, plus l'espace obscur doit être petit; et c'est en effet ce que l'on voit se produire lorsque la pression augmente. »

Pour expliquer cette résistance au passage qu'ils ont admis exister à la surface des électrodes, résistance qui devrait être plus grande à l'électrode positive qu'à l'électrode négative et croître avec la pression, les auteurs sup-

[1] Il ne serait plus nécessaire alors, pour interpréter ce fait, d'invoquer la plus faible pression du gaz dans l'espace obscur, et la plus grande conductibilité qui en résulte; cette différence de pression ne pourrait guère d'ailleurs être assez forte pour que la température sur le passage même de la décharge s'abaisse au-dessous du rouge sombre. Voyez *Archives*, 1863, tome XVII, p. 53.

posent qu'en vertu de l'adhésion, à laquelle vient se joindre encore l'attraction entre électricités de noms contraires, il y a condensation du gaz à la surface de l'électrode. Il se formerait de la sorte une couche de molécules gazeuses, retenues dans une immobilité relative au voisinage de la surface métallique et ne prenant plus part aux mouvements généraux qui constituent l'état gazeux. L'épaisseur de cette couche varierait avec les forces électriques attractives avec l'adhésion du gaz et sa pression. L'électricité affluant aux électrodes s'accumulera, suivant les idées théoriques des auteurs, dans cette couche de gaz condensé (les molécules libres n'en entraînent qu'une portion infiniment petite dans leurs mouvements), jusqu'à ce que, la charge étant devenue suffisante, la résistance soit vaincue, et que la décharge se produise. Si les forces moléculaires changent, avec la nature du gaz par exemple, les quantités d'électricité nécessaires pour les vaincre et produire une décharge changent aussi ; et nous avons vu en effet que les décharges à travers les différents gaz exigeaient des quantités d'électricités différentes.

Puisque les forces agissantes pour la formation des couches gazeuses condensées sont les mêmes aux deux électrodes, les différences constatées dans les conditions de la décharge aux deux pôles doivent tenir à des propriétés speciales des deux électricités, propriétés analogues à celle que l'on admet dans la théorie générale de l'électricité et en vertu de laquelle les différents corps sont doués d'une force attractive différente pour une des deux électricités que pour l'autre. Si donc on suppose que les *corps étudiés dans ce travail ont une attraction dominante pour l'électricité positive*, de telle sorte qu'à l'état neutre ils soient recouverts d'une couche d'électricité né-

gative à laquelle correspondrait dans l'intérieur une couche positive plus fortement attirée, il en résulterait, si on fait arriver à deux électrodes formées de ce corps des quantités d'électricités égales et de noms contraires, que dans la portion extérieure de la couche condensée à l'électrode positive, la tension électrique produite serait moins grande qu'elle ne l'est dans les portions correspondantes à l'électrode négative.

Pour l'établissement d'une décharge il faudrait alors une plus grande quantité d'électricité à l'électrode positive qu'à la négative, comme le montre l'expérience. De plus, l'électricité étant répandue en plus grande abondance dans les autres portions de l'électrode positive, la décharge une fois établie, les molécules gazeuses électrisées s'en échappent avec une vitesse beaucoup plus grande que de l'électrode négative.

Telles sont les idées théoriques à l'aide desquelles MM. Wiedemann et Rühlmann ont cherché à interpréter les données si complexes et si obscures encore que la science possède sur ce sujet si intéressant de la propagation de l'électricité à travers les gaz raréfiés. Les auteurs eux-mêmes sont loin de les considérer comme complètes et reconnaissent qu'elles sont basées sur bien des hypothèses encore fort contestables. Elles n'en ont pas moins leur intérêt.

E. S.

QUELQUES OBSERVATIONS

SUR LE

MÉMOIRE DE MM. WIEDEMANN ET RUHLMANN

La question de la transmission de l'électricité à travers les gaz, et en particulier à travers les gaz raréfiés, est une question difficile, mais très-intéressante parce qu'elle se lie au mode même de propagation de l'électricité. MM. Wiedemann et Rühlmann viennent d'en faire une étude expérimentale très-détaillée et ont obtenu des résultats remarquables. Faraday avait déjà déterminé la distance explosive pour différents gaz, c'est-à-dire la quantité d'électricité dont il faut charger deux électrodes situées à la même distance l'une de l'autre pour que l'étincelle parte entre elles; il avait trouvé que cette quantité est la plus grande pour le gaz chlorhydrique et la moindre pour l'hydrogène à la même pression et à la même température [1].

Il avait également observé la différence qui existe entre l'électricité positive et la négative quant à la tension nécessaire pour que l'électricité s'échappe de l'électrode, tension qui est plus grande pour la positive que pour la négative ; enfin il avait observé l'influence du diamètre des boules.

Ces divers points ont été repris et bien analysés par les auteurs du mémoire qui nous occupe, mais en vue surtout de la propagation de l'électricité à travers les gaz raréfiés; ils ont réussi à constater par un procédé très-

[1] Voyez *Traité d'Électricité*, par M. A. DE LA RIVE, tome II, p. 97 et suivantes.

ingénieux que, même dans les gaz très-raréfiés, la décharge n'est point continue et se compose de décharges successives nettement tranchées. Seulement les intervalles qui séparent ces décharges successives diminuent à mesure que la tension décroit, ce qui prouve que, tout en exigeant pour se produire une tension déterminée aux électrodes, la décharge électrique a besoin d'une tension d'autant moins forte que le gaz est plus raréfié.

Je ne prétends pas refaire ici l'analyse du mémoire dont je viens de rappeler un point important, puisqu'elle se trouve dans les pages qui précèdent; je tiens seulement à présenter quelques observations sur les conséquences théoriques que les auteurs tirent de leur travail expérimental. J'espère revenir plus tard sur ce sujet d'une manière plus complète, me bornant pour le moment à quelques courtes réflexions.

Ma première observation porte sur la manière dont les auteurs envisagent le mode de propagation de l'électricité à travers les gaz, admettant qu'il est le même dans les gaz raréfiés et dans ceux qui ne le sont pas. Quant à moi, je suis disposé à croire que ce mode est différent dans l'un des cas de ce qu'il est dans l'autre. Lorsqu'il s'agit d'un gaz ayant un certain degré de densité, la décharge est, comme l'appelle Faraday, disruptive, c'est-à-dire que le gaz, comme tout corps isolant solide ou liquide, joue un rôle essentiellement passif, celui d'un obstacle à la réunion des deux électricités; obstacle que la décharge surmonte pour ainsi dire mécaniquement, soit en le brisant, si c'est un solide, soit en agitant et écartant ses particules, si c'est un liquide ou un gaz. Mais lorsqu'il s'agit d'un gaz, celui-ci, lorsqu'il est amené à un certain degré de raréfaction, laisse écouler l'électricité sans lui opposer de ré-

sistance mécanique, mais seulement une résistance de conductibilité qui permet à la propagation de l'électricité de s'opérer par une succession si rapide de décharges moléculaires qu'elle semble être presque continue. C'est alors que, au lieu d'une décharge, on a un véritable courant électrique qui est soumis à l'action de l'aimant, comme l'est un conducteur solide mis dans le circuit d'une pile, qui opère la décomposition électrolytique du gaz composé qu'il traverse comme le courant d'une pile opère celle d'un électrolyte liquide. La colonne gazeuse ainsi raréfiée, présente, comme un fil métallique ou un cylindre liquide conducteur, une résistance électrique proportionnelle à sa longueur [1]. Ce n'est donc plus une décharge, mais un véritable courant électrique.

Je puis ajouter comme preuve de la différence qui existe entre les deux modes de propagation, le fait qu'ils peuvent se trouver concomitants comme l'a observé M. Perrot, qui, dans la même étincelle d'induction, a distingué le *trait de feu* de l'*auréole* et a pu les séparer. Le trait de feu est la décharge disruptive qui entraîne avec elle des particules des électrodes métalliques, entre lesquelles elle s'échappe, qui est éblouissante, perce une feuille de papier sans l'enflammer et n'échauffe point les électrodes. L'auréole par contre enflamme tous les corps qu'on en approche, réchauffe fortement les électrodes, et est déplacée par le simple souffle ou par tout courant gazeux qu'on dirige sur elle, ce qui n'a point lieu pour le trait de feu. L'auréole est donc simplement formée par la série des molécules gazeuses qui transmettent le cou-

[1] Voyez les recherches de M. A. DE LA RIVE sur la propagation de l'électricité dans les gaz raréfiés dans les *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, tome XVII, p. 690.

rant, soit la série des décharges. Dans les gaz très-raréfiés, le trait de feu disparaît en entier et il ne reste plus qu'un jet électrique transmis de molécules à molécules, comme le sont les courants d'une pile.

Du reste le fait observé par les auteurs que, même dans le cas d'un gaz très-raréfié, la propagation de l'électricité a lieu par une série de décharges, seulement très-rapprochées, n'est point une objection contre son assimilation à un courant électrique ordinaire, car un semblable courant peut être considéré comme composé aussi d'une série de décharges qui se succèdent encore plus rapidement et d'autant plus rapidement que les électrodes de la pile se chargent plus vite. Cette manière d'envisager le courant découle naturellement de l'étude des résultats qu'on obtient en passant des piles les moins conductrices, telles que la pile à eau de Gassiott, aux piles les plus conductrices comme celles de Grove.

Une seconde observation que je me permettrai, porte sur la manière dont les auteurs considèrent le jet électrique dans un tube rempli d'un gaz raréfié. Suivant eux la masse de gaz positive partant d'une portion plus resserrée de l'électrode positive vient s'étaler sur la nappe d'air négative voisine de l'électrode négative; la vitesse de propagation des masses d'air est de la sorte anéantie, et elles se mélangent de manière que leurs électricités se neutralisent dans l'espace obscur où on ne peut plus constater de courant électrique bien déterminé. Il faudrait admettre dans cette manière d'envisager le phénomène, que l'électricité positive seule, et la négative seule également, peuvent produire chacune séparément de la chaleur et de la lumière ; or s'il y a un fait bien constaté, c'est qu'il n'y a production de chaleur et de lumière électrique

que par la neutralisation des deux électricités. Cette neutralisation a donc lieu nécessairement dans toute l'étendue du jet et non pas seulement dans sa partie obscure. D'ailleurs si elle n'avait lieu que dans l'espace obscur, c'est là surtout qu'il devrait y avoir production de chaleur et de lumière. Je ne pourrais pas non plus comprendre comment il n'y aurait pas de courant électrique dans cet espace qui fait partie du circuit dont l'action sur l'aiguille aimantée est très-prononcée. La preuve d'ailleurs qu'il y a dans cette partie obscure un courant électrique qui ne produit pas d'effets calorifiques et lumineux uniquement parce qu'elle est trop conductrice, c'est qu'il suffit d'en approcher un électro-aimant pour la rendre lumineuse, parce que l'action magnétique condense le jet obscur comme il condense le jet lumineux dans le reste du tube et augmente ainsi la résistance électrique du gaz. La faiblesse des courants dérivés dans cette portion obscure du jet est donc bien due à ce que la conductibilité électrique y est plus considérable et non pas à ce qu'il n'y a pas de courant.

Je dois reconnaître que ce qui est difficile à expliquer dans cet ordre de phénomènes, c'est l'apparence que présentent les diverses parties du jet lumineux dans un tube plein d'un gaz très-raréfié et, en particulier l'existence de l'espace obscur, l'apparition des stratifications et les différences de forme et de couleur de la lumière électrique aux deux électrodes. Mais il se peut que des phénomènes du même genre aient lieu également dans des conducteurs solides ou liquides qui transmettent un courant, sans qu'on puisse s'en apercevoir ; bien des faits du reste démontrent la différence qui existe, même dans ces cas, entre l'électrode positive et la négative, en particulier dans l'arc

voltaïque. Il est probable que l'électricité statique dont se chargent les électrodes, même quand le gaz est très-raréfié et que l'électricité s'y propage comme dans un bon conducteur, exerce une influence sur la production de ces diverses apparences. Je ne serais pas éloigné de croire que l'électricité négative qui s'échappe plus facilement de son électrode que la positive de la sienne, en se portant sur les molécules gazeuses voisines de son électrode, augmente leur force répulsive, par conséquent leur distance mutuelle, et comme conséquence rend dans cette partie de la colonne le gaz plus raréfié et plus conducteur, effet que détruit l'action de l'aimant en rapprochant au contraire les particules. D'ailleurs il est bien des faits dont la théorie de MM. Wiedemann et Rühlmann ne rendent pas compte, tels par exemple que la disparition du jet positif à un haut degré de raréfaction du gaz, et l'apparition dans toute la longueur du tube jusqu'à la partie obscure de stries semblables et uniformément distribuées.

Je suis convaincu également qu'il y a dans ces masses gazeuses très-raréfiées qui propagent la décharge sous forme de courants, des mouvements moléculaires extrêmement prononcés, mouvements qui déterminent la chaleur et par conséquent la lumière, plus fortes toutes les deux dans le voisinage de l'électrode positive où ces mouvements sont plus vifs que près de l'électrode négative. Ces mouvements variables en intensité suivant l'énergie des décharges, l'état de raréfaction du gaz et même suivant sa nature, doivent donc aussi produire des effets qui varient avec ces circonstances.

Resterait une dernière question. Comment se fait-il qu'à un certain degré de raréfaction la propagation de l'électricité ne se forme plus sous forme de décharge, mais seulement sous forme de courant.

Pour qu'elle ait lieu sous cette dernière forme, il faut admettre que dans les gaz comme dans les solides et les liquides, les molécules commencent par se polariser sous l'influence des électrodes, polarisation suivie immédiatement d'une décharge moléculaire, suivie elle-même d'une nouvelle polarisation et ainsi de suite. Or le mouvement propre des molécules gazeuses, qui est admis généralement comme constitutif chez les gaz, doit troubler l'établissement de cette polarisation, et cela d'autant plus que ces molécules sont plus nombreuses, et aussi c'est surtout par des décharges disruptives que la transmission de l'électricité a lieu à travers des gaz dont la force élastique n'est pas très-faible; mais à mesure que cette force élastique diminue, le nombre des particules gazeuses diminue en même temps, l'établissement de la polarisation de chaque filet des molécules est moins gêné, et la propagation de l'électricité se fait toujours plus, et à un grand degré de raréfaction presqu'uniquement, sous forme de décharges moléculaires, c'est-à-dire de courant.

Il y aurait encore bien des points à éclaircir et le sujet mérite d'être encore étudié avec soin, tant au point de vue théorique que sous le rapport expérimental. J'espère pouvoir le reprendre un jour, mais pour le moment je termine comme je l'ai fait en commençant, en rendant pleine et entière justice au travail de MM. Wiedemann et Rühlmann qui, je le reconnais lors même que je diffère d'opinion avec eux quant à une partie de leurs conclusions, ont fait faire un pas important à l'étude de la propagation de l'électricité dans les gaz raréfiés.

A. DE LA RIVE.

LE MOUVEMENT APÉRIODIQUE DES AIMANTS AMORTIS

PAR

M. E. DU BOIS-REYMOND

(Extrait[1]).

Quoique son importance ne nous eût point échappé, nous n'avions pas rendu compte encore du travail que M. du Bois-Reymond a publié sous ce titre, il y a plus de deux ans déjà, car par sa forme presqu'exclusivement mathématique il sortait plus ou moins du cadre de notre journal. Néanmoins, vu qu'il n'a point été reproduit jusqu'ici par les principales revues scientifiques françaises, vu surtout l'intérêt du sujet et l'autorité qui s'attache au nom de l'auteur, nous ne voulons pas tarder davantage à en donner un extrait à nos lecteurs.

Introduction.

Dans sa notice *sur la mesure de la durée d'oscillation d'une aiguille aimantée*[2], Gauss, établit comme formule du mouvement oscillatoire d'un aimant amorti par le milieu dans lequel il se trouve l'équation suivante :

[1] Die aperiodische Bewegung gedämpfter Magnete, von E. du Bois-Reymond. *Monatsberichte der Kön. preuss. Akad. der Wissensch.*, 5 août 1869 et 23 juin 1870.

[2] *Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre* 1837. Göttingen, 1838, p. 58. — *C.-T. Gauss, Werke u. s. w.* Göttingen 1867, in-4°, vol. V, p. 374.

$$0 = \frac{d^2x}{dt^2} + n^2(x-p) + 2\varepsilon \frac{dx}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

p étant le degré correspondant au repos de l'aiguille, x celui qu'elle marque au bout du temps t, n^2 la force magnétique directrice (pour l'unité de déviation), 2ε la force retardatrice exercée par le milieu amortisseur (pour l'unité de la vitesse), toutes deux divisées par le moment d'inertie de l'aimant. Gauss, donne l'intégrale de cette équation sous la forme:

$$x = p + Ae^{-\varepsilon t} \sin \left\{ \sqrt{n^2 - \varepsilon^2}\,(t - B) \right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

où e est la base des logarithmes naturels, A et B étant deux constantes qui résultent de l'intégration. Cette intégrale, dans le cas où il n'y a pas amortissement, se réduit à :

$$x = p + A \sin \left\{ n\,(t - B) \right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Après avoir déduit de la formule (1) la théorie des mouvements oscillatoires des aimants amortis, il démontre que pour qu'il y ait mouvement périodique il faut que $\varepsilon < n$ et que si $\varepsilon = n$ ou $\varepsilon > n$, il n'y a plus aucune périodicité ; mais que l'aiguille s'approche assymptotiquement de la position du repos. Il remarque de plus qu'il ne serait pas désirable d'augmenter l'amortissement à ce point, car, dit-il, dès que ε dépasse la valeur n l'aiguille se rapproche beaucoup plus lentement de la position du repos, et on perdrait en outre l'avantage de pouvoir facilement déduire cette position comme milieu entre les deux points extrêmes que l'aiguille atteint dans son mouvement oscillatoire. Gauss a donc, le premier, reconnu le mouvement apériodique des aimants amortis, mais il n'a pas entrevu

le procédé pratique que l'on peut déduire de ce mouvement. M. du Bois-Reymond s'est précisément appliqué à réaliser ce mouvement apériodique et il y est parvenu dans sa boussole à miroir qu'il a reconnu présenter souvent de très-grands avantages pour les mesures galvanométriques. Suivons tout d'abord M. du Bois-Reymond dans l'exposé de la théorie mathématique complète de ces mouvements apériodiques.

Équation générale du mouvement des aimants amortis, et mouvement périodique de ces aimants.

Pour simplifier, l'auteur admet que la position du repos coïncide avec le O de la graduation, alors $p = 0$. Il emploie du reste les mêmes lettres que Gauss, en posant pour abréger:

$$\sqrt{\varepsilon^2 - n^2} = r.$$

L'intégrale générale de l'équation différentielle (1) devient alors:

$$x = e^{-\varepsilon t} \left(\mathrm{A} e^{-rt} + \mathrm{B} e^{rt} \right) \dots\dots\dots \quad (4)$$

Pour déterminer les constantes, nous supposerons d'abord que l'aimant se déplace sous l'action extérieure d'un courant électrique constant d'un angle ξ suffisamment petit pour que la proportionnalité entre la force directrice et le déplacement angulaire subsiste et que la force amortissante reste la même ; puis que au moment $t = 0$ le courant étant interrompu l'aimant retombe dans la position du repos. Pour $t = 0$ on a alors $x = \xi$ et $\frac{dx}{dt} = 0$, et il vient :

$$A = -\frac{\xi(\varepsilon - r)}{2r}$$

$$B = +\frac{\xi(\varepsilon + r)}{2r}$$

ce qui donne pour l'équation (4):

$$x = \frac{\xi}{2r}\, e^{-\varepsilon t}\left\{(\varepsilon + r)\, e^{rt} - (\varepsilon - r)\, e^{-rt}\right\} \ldots\ldots (5)$$

On voit maintenant que la nature du mouvement varie suivant la valeur de r, si $\varepsilon < n$, $r = i\rho$ en posant $i = \sqrt{-1}$ et en désignant une des deux valeurs de $\sqrt{n^2 - \varepsilon^2}$ par ρ, alors (4) devient:

$$x = e^{-\varepsilon t}\left\{(A+B)\cos.(\rho t) - i(A-B)\sin.(\rho t)\right\} \ldots (6)$$

ou en remplaçant A et B par leurs valeurs:

$$x = \xi e^{-\varepsilon t}\left\{\cos.(\rho t) + \frac{\varepsilon}{\rho}\sin.(\rho t)\right\} \ldots\ldots (7)$$

Ces équations représentent un mouvement oscillatoire dont l'amplitude décroît en progression géométrique. C'est le cas ordinaire et bien connu. Considérant un angle φ tel que :

$$\text{tg.}(\rho\varphi) = -\frac{\rho}{\varepsilon},$$

on a:

$$x = \xi e^{-\varepsilon t}\left[\frac{n}{\rho}\sin.\left\{\rho(t - \varphi)\right\}\right] \ldots\ldots\ldots (8)$$

Cette équation est identique à la formule (2) donnée par Gauss.

S'il n'y a pas d'amortissement et que par conséquent on pose $\varepsilon = 0$ dans l'intégrale générale du mouvement on a:

$$x = \xi \cos.(nt) \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

La comparaison de (2) et (3) d'une part, de (8) et (9) de l'autre, montre clairement l'influence de l'amortissement sur le mouvement oscillatoire, laquelle se manifeste dans l'apparition du facteur $e^{-\varepsilon t}$ qui diminue les amplitudes des oscillations, et dans le plus faible accroissement de l'argument de la fonction périodique, d'où il suit que la durée du mouvement oscillatoire est plus grande.

Mouvement apériodique des aimants amortis.

Si $\varepsilon > n$ et r par conséquent réel, la formule (5) sans autre transformation donne l'expression nette du mouvement. Celui-ci, on le voit, n'est plus périodique, mais la déviation donnée en fonction du temps est égale à la différence des ordonnées de deux courbes exponentielles, qui se rapprochent assymptotiquement de l'axe des abscisses.

La seule valeur de t qui rende $x = O$ est $t = \infty$. L'aimant sans vitesse initiale revenant de la distance angulaire ξ qu'on peut s'imaginer aussi grande qu'on voudra, ne dépassera jamais le point O et ne l'atteindra qu'après un temps infini. La courbe des déviations rapportées au temps commence pour $t = O$ avec l'ordonnée ξ et avec sa tangente parallèle à l'axe des x. Elle est d'abord concave vers l'axe des x.

La courbe des vitesses:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\xi n^2}{2r} e^{-\varepsilon t} \left(e^{-rt} - e^{rt}\right) \quad \ldots\ldots \quad (10)$$

est d'abord concave vers l'axe des x et atteint un maximum négatif pour:

$$t = \frac{1}{2r} \text{ log. nat. } \frac{\varepsilon + r}{\varepsilon - r} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

à cette valeur t correspond un point d'inflexion de la

courbe des déviations. Après un intervalle de temps précisément double de celui-là, la courbe des vitesses a également un point d'inflexion au delà duquel elle se rapproche aussi assymptotiquement de l'axe des x. Dans le cas particulier où $\varepsilon = n$, par conséquent $r = 0$, on a à plusieurs égards de notables simplifications. L'intégrale de l'équation différentielle est alors :

$$x = (A + Bt) e^{-\varepsilon t},$$

dans laquelle :

$$A = \xi, \ B = \varepsilon \xi,$$

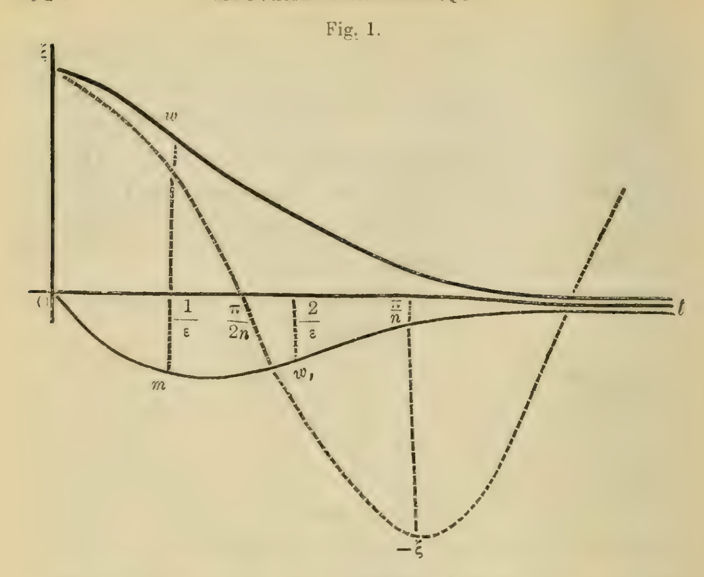
de sorte qu'il vient :

$$x = \xi e^{-\varepsilon t} (1 + \varepsilon t) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

$$\frac{dx}{dt} = \xi \varepsilon^2 t e^{-\varepsilon t} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

La discussion de ces équations est plus facile que celle de (5) et (10). Les courbes qu'elles représentent sont données dans la fig. 1 pour le cas où $\xi = 2$, $\varepsilon = n = 1$, ξwt est la courbe des déviations, $omw_1 t$ celle des vitesses. La ligne pointée est la courbe des déviations pour le cas où il n'y a pas amortissement, elle est donnée par (9) en y faisant $n = 1$. Le point d'inflexion de la première de ces courbes, et le maximum de la seconde ont lieu pour $t = \frac{1}{\varepsilon}$; et au bout du temps $t = \frac{2}{\varepsilon}$ a lieu le point d'inflexion de la courbe des vitesses.

Fig. 1.



Si enfin l'aimant est complétement ou presque complément astatique, de telle sorte que n soit négligeable par rapport à ε et que r devienne égal à ε, l'intégrale complète de l'équation fondamentale du mouvement devient :

$$x = \mathrm{A}e^{-2\varepsilon t} + \mathrm{B} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

or par la même hypothèse que précédemment on trouve :

$$\mathrm{A} = 0, \ \mathrm{B} = \xi,$$

d'où il suit :

$$x = \xi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (15)$$

L'aimant dans ce cas demeure dans la position ξ. La droite $x = \xi$ parallèle à l'axe des x est la limite vers laquelle tendent les courbes des déviations lorsque n diminue de plus en plus par rapport à ε. Mais si dans ces conditions l'aimant reçoit en ξ, à l'instant $t = 0$, une impulsion qui lui communique une vitesse $\pm c$, il vient :

$$\mathrm{A} = \frac{\mp c}{2\varepsilon}, \quad \mathrm{B} = \xi \frac{\pm c}{2\varepsilon}$$

$$x = \xi \pm \frac{c}{2\varepsilon}(1 - e^{-2\varepsilon t}) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (16)$$

et l'aimant se meut avec une vitesse décroissante

$$\frac{dx}{dt} = \pm c e^{-2\varepsilon t}$$

vers le point $\xi \pm \frac{c}{2\varepsilon}$ où il demeure immobile après un temps infini. Le mouvement est le même exactement que dans le cas où un corps se déplace par suite d'une impulsion reçue une fois pour toutes dans un milieu qui lui oppose une résistance proportionnelle à sa vitesse ; c'est le plus haut degré que puisse atteindre le magnétisme de rotation d'Arago.

Mouvement apériodique avec vitesse initiale.

Nous n'avons examiné encore que le cas où la vitesse initiale de l'aimant est nulle, voyons maintenant ce que devient le mouvement dans le cas où l'aimant a une vitesse négative — c, c'est-à-dire dans le sens de sa force directrice. Les constantes A et B deviennent alors dans l'équation (4)

$$\frac{c - \xi(\varepsilon - r)}{2r} \quad \text{et} \quad \frac{-c + \xi(\varepsilon + r)}{2r}$$

d'où il vient pour l'équation :

$$x = \frac{e^{-\varepsilon t}}{2r}\left[\{c - \xi(\varepsilon - r)\}\ e^{-rt} - \{c - \xi(\varepsilon + r)\}\ e^{rt}\right] \quad . \ . \ (17)$$

Ce mouvement est apériodique, mais si c dépasse une certaine valeur que nous déterminerons tout à l'heure, l'aimant passe au delà du point O de la graduation. Ce passage au zéro a lieu au bout du temps :

$$t_1 = \frac{1}{2r} \log \frac{c - \xi(\varepsilon - r)}{c - \xi(\varepsilon + r)}$$

Le mouvement change ensuite de sens au delà du zéro, et cela au bout du temps

$$t_2 = \frac{1}{2r} \log \frac{(\varepsilon+r)\,\{c-\xi\,(\varepsilon-r)\}}{(\varepsilon-r)\,\{c-\xi\,(\varepsilon+r)\}}$$

car à ce moment-là $\frac{dx}{dt}$ est nul. La courbe des déviations est d'abord convexe vers l'axe des x, mais à partir du zéro de l'échelle, elle tourne sa concavité vers l'axe des temps; plus loin la vitesse atteint un maximum positif, auquel correspond un point d'inflexion de la courbe des déviations, tous deux ont lieu au bout du temps

$$t_3 = \frac{1}{2r} \log \frac{(\varepsilon+r)^2\,\{c-\xi\,(\varepsilon-r)\}}{(\varepsilon-r)^2\,\{c-\xi\,(\varepsilon+r)\}}$$

après cela l'aimant s'approche assymptotiquement de sa position de repos. La courbe des vitesses aussi finit par s'approcher assymptotiquement de l'axe des x après avoir eu au bout du temps

$$t_4 = \frac{1}{2r} \log \frac{(\varepsilon+r)^3\,\{c-\xi\,(\varepsilon-r)\}}{(\varepsilon-r)^3\,\{c-\xi\,(\varepsilon+r)\}}$$

un point d'inflexion.

Dans le cas où $\varepsilon=n$, cas représenté par (12), il vient pour l'équation du mouvement

$$x = e^{-\varepsilon t}\{\xi - t\,(c-\varepsilon\,\xi)\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (18)$$

les deux courbes présentent les mêmes particularités seulement au bout des temps

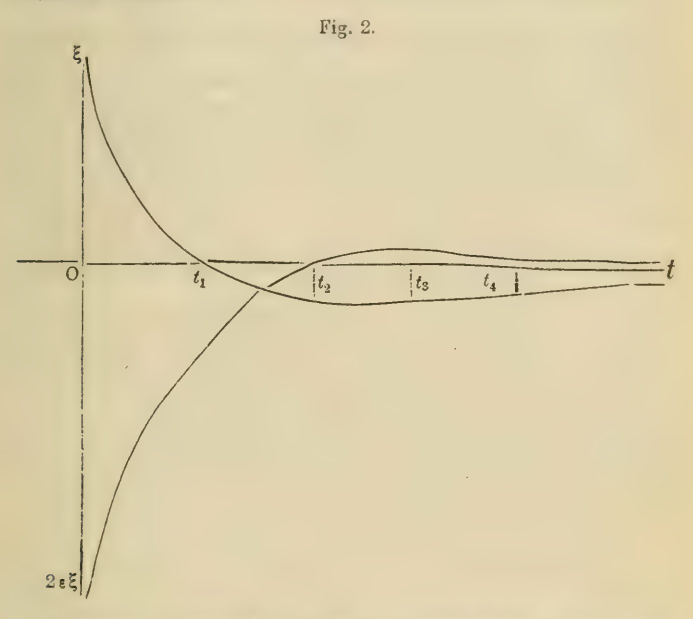
$$t_1 = \frac{\xi}{c-\varepsilon\xi},\ t_2 = \frac{c}{\varepsilon(c-\varepsilon\xi)},\ t_3 = \frac{2c-\varepsilon\,\xi}{\varepsilon\,(c-\varepsilon\,\xi)},\ t_4 = \frac{3c-2\varepsilon\,\xi}{\varepsilon\,(c-\varepsilon\,\xi)}$$

Les temps t_1, t_2, t_3, t_4, sont donc, dans les deux cas, les termes d'une progression arithmétique dont la raison est

$$\frac{1}{2r} \log \frac{\varepsilon+r}{\varepsilon-r} \text{ ou } \frac{1}{\varepsilon}\cdot$$

La figure 2 représente les deux courbes que nous venons de discuter.

Fig. 2.



Le temps dans sa marche ne pouvant pas devenir négatif, il faut dans l'expression de t, pour le cas (17), que le terme sous le signe logarithme soit positif et >1, il faut donc que $C > \xi(\varepsilon + r)$ et $C > \varepsilon\xi$ dans le cas (18), pour $c = \xi\ (\varepsilon + r)$ et $c = \varepsilon\xi$ le zéro de la graduation n'est atteint qu'au bout d'un temps infini; les équations prennent dans ce cas la forme plus simple :

$$x = \xi e^{-(\varepsilon + r)t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (19)$$

et

$$x = \xi\, e^{-\varepsilon t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (20)$$

Si $r = \varepsilon$ comme dans le cas de l'équation (16) il faut que $c = 2\varepsilon\xi$ pour que l'aimant atteigne le O et que $c > 2\varepsilon\xi$ pour qu'il le dépasse. Si $c = 2\varepsilon\xi + \delta$ l'aimant s'arrête à $-\frac{\delta}{2\varepsilon}$.

Vitesse initiale nécessaire pour que l'aimant dépasse le zéro.

Il revient au même d'admettre qu'à l'instant t_0 où il tombe d'une déviation x_0 on communique à l'aimant une vitesse initiale $-c_0$, ou bien qu'il arrive au moment t_0 en x_0 ayant acquis par une chute préalable en venant d'une déviation ξ une vitesse $-c_0 = \frac{dx}{dt}$. Aucune vitesse de chute $\frac{dx_0}{dt}$ acquise en venant d'une déviation ξ quelconque ne pourrait donc, si elle était communiquée à l'aimant à l'instant t_0 comme vitesse initiale $-c_0$ lui faire dépasser le zéro. Car malgré la restriction apportée à nos formules par les hypothèses faites plus haut pour la détermination des constantes, elles sont valables pour toute valeur de ξ. Si donc l'aimant avait acquis la vitesse $\frac{dx_0}{dt} = -c_0$, dans le retour de la déviation quelconque ξ, il se rapprocherait assymptotiquement de la position du repos.

C'est ce qu'on peut voir du reste directement à l'aide d'un calcul très-simple que nous ne reproduisons pas ici et qui montre de plus que x ne s'annule dans le cas où $\varepsilon > n$ que si:

$$-\frac{dx_0}{dt} > (\varepsilon + r)x_0 \text{ ou } c_0 > (\varepsilon + r)x_0,$$

et dans le cas où $\varepsilon = n$ si:

$$-\frac{dx_0}{dt} > \varepsilon x_0 \text{ ou } c_0 > \varepsilon x_0.$$

Il résulterait de là, que $(\varepsilon + r)x$, εx sont d'une manière générale la limite des vitesses que l'aimant peut acquérir dans le cas où $\varepsilon > n$ ou $\varepsilon = n$ en tombant d'une hauteur quelconque. C'est ce qu'il s'agit maintenant de vé-

rifier. Pour cela il ne nous faut plus considérer la vitesse comme fonction du temps et de la déviation initiale, mais comme fonction de la déviation à un moment quelconque et de la déviation initiale, $\frac{dx}{dt} = \varphi\ (x, \xi)$. Si cette fonction ne peut pas être complétement déterminée, du moins pourra-t-on reconnaître la marche de la courbe qu'elle représente. Nous nous bornerons d'abord au cas où $\varepsilon = n$, c'est-à-dire au cas de l'équation (12).

$$x = +\xi e^{-\varepsilon t}(1+\varepsilon t),$$

d'où l'on tire :

$$\frac{dx}{dt} = x' = -\xi e^{-\varepsilon t}\varepsilon^2 t$$

$$\frac{dx'}{dt} = x'' = +\xi e^{-\varepsilon t}\varepsilon^2(\varepsilon t - 1)$$

$$\frac{dx''}{dt} = x''' = -\xi e^{-\varepsilon t}\varepsilon^3(\varepsilon t - 2)$$

or :

$$\frac{dx'}{dx} = \frac{x''}{x'},\ \frac{d^2x'}{dx^2} = \frac{x'x''' - x''^2}{x'^3}$$

et en substituant les valeurs ci-dessus de x', x'', x'''.

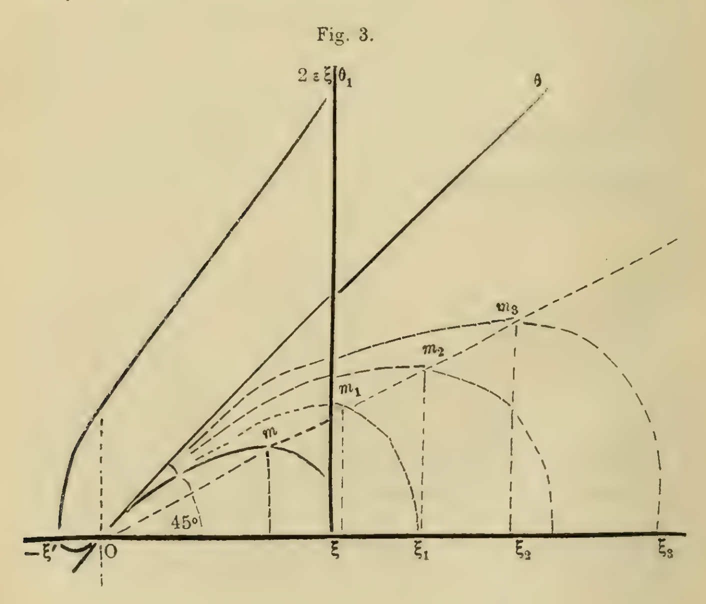
$$\frac{dx'}{dx} = \frac{1-\varepsilon t}{t},\ \frac{d^2x'}{dx^2} = \frac{1}{\xi e^{-\varepsilon t}\varepsilon^2 t^3}$$

De ces équations on peut déduire la marche de la courbe $x' = f\ (x)$ entre les limites $x = 0$ et $x = \xi$, parce que tandis que t croît de 0 à ∞, x décroît de ξ à 0. La valeur de $\frac{d^2x'}{dx^2}$ montre que dans ces limites la courbe n'a aucun point d'inflexion, mais tourne toujours sa concavité vers l'axe des x ; de la valeur de $\frac{dx'}{dx}$ on conclut

de plus qu'à l'origine la courbe s'élève au-dessus de l'axe des x avec une tangente qui est égale à ε. Plus loin pour $t = \frac{1}{\varepsilon}$ (14) soit pour $x = \frac{2}{e}\xi$ elle passe par un maximum dont la valeur absolue est $\frac{\varepsilon}{e}\xi$. Enfin elle rejoint l'axe des x pour $x=\xi$ où elle est normale à cet axe, car pour $t = 0$, $\frac{dx'}{dx} = \infty$.

La courbe ainsi déterminée est représentée par $O\,m\,\xi$ dans la fig. 3 dans laquelle se trouve aussi la courbe des vitesses, lesquelles seulement ont été portées pour plus de simplicité au-dessus de l'axe des x et non pas au-dessous comme elles auraient dû l'être étant négatives ; $O\theta$, $\xi\theta_1$, sont les tangentes aux deux extrémités de la courbe des déviations. La figure étant faite pour le cas $\varepsilon=1$, l'angle $\theta O \xi = 45^o$.

Fig. 3.



Telle est la courbe pour une valeur quelconque de ξ; les ordonnées et les abscisses étant proportionnelles à ξ pour une valeur donnée de t, les différentes courbes correspondant à différentes valeurs du paramètre ξ sont semblables entre elles. Les points correspondants de ces courbes sont sur une même droite partant de l'origine, et ayant pour équation

$$x' = -\frac{\varepsilon t}{\varepsilon t + 1} \cdot \varepsilon x \quad \ldots\ldots\ldots \quad (21)$$

Les maxima en particulier correspondant à $t = \frac{1}{\varepsilon}$ se trouvent sur la ligne $x' = -\frac{1}{2}\varepsilon x$, et les points les plus rapprochés de O à cause de $t = \infty$ sur la droite $x' = -\varepsilon x$.

Si l'on prend ξ infiniment grand, il faut pour que l'équation (12) donne une valeur finie de x que t soit aussi infini. C'est seulement après un temps infini que l'aimant tombant de l'infini arrive dans le fini; sa vitesse dans cette période de temps finie est infiniment grande. Mais dans le fini, par suite de $t = \infty$, dans l'équation (20), il y a à chaque instant entre sa vitesse et sa déviation la relation

$$x' = -\varepsilon x.$$

La droite $O\theta$ représentée par cette équation est donc la limite vers laquelle les courbes de déviation tendent dans le fini lorsque ξ croît jusqu'à l'infini. Ce fait, qui ressort déjà suffisamment de la similitude de ces courbes, se déduit aussi directement de la combinaison des équations (12) et (13). Celles-ci donnent en effet la relation

$$\varepsilon \xi = (x' + \varepsilon x) e^{-\frac{x'}{x' + \varepsilon x}}$$

qui pour $x = 0$ n'a lieu que si $x' = -\varepsilon x$.

Ainsi donc, quelle que soit la distance de l'aimant au point O, nous pouvons assimiler la droite $O\theta$ à la courbe même suivant laquelle la vitesse d'un aimant décroîtrait dans sa chute à partir d'un point relativement très-éloigné; cette décroissance aurait lieu proportionnellement aux déviations. Les ordonnées de la droite $O\theta$ donnent donc pour chaque x la plus grande vitesse de chute que l'aimant puisse y atteindre, vitesse qui encore ne suffirait pas pour lui faire dépasser le point O. Si on pose $x = \xi$ on a $-\varepsilon\xi$ comme expression de la plus grande vitesse de chute que l'aimant puisse atteindre en ξ. Ainsi dans le cas où $\varepsilon = n$ il faut communiquer en ξ à l'aimant pour lui faire dépasser le point O une vitesse initiale $c > \varepsilon\xi$ et ainsi se trouve confirmé ce que nous avions prévu plus haut.

Si l'on pose, comme dans la fig. 2, $c = 2\varepsilon\xi = 4$ on a dans la courbe $(2\varepsilon\xi' O)$ fig. 3, la représentation de la courbe des vitesses rapportées aux déviations, pour le cas où l'aimant en vertu d'une impulsion reçue en ξ dépasse le O. La portion $(-x' O)$ est formée de la même façon que la courbe $O\,m\,\xi$. La formule (18) que nous avons vue plus haut comme expression du mouvement de l'aimant dans le cas de $\varepsilon = n$ et d'une vitesse initiale $-c$ devient (20) pour $c = \varepsilon\xi$. Au lieu de le considérer comme vitesse initiale, nous pouvons aussi regarder $c = \varepsilon\xi$ comme resultante d'une chute infiniment prolongée, en admettant que le temps soit compté à nouveau à partir du moment où l'aimant venant de l'infini passe par la position ξ. L'aimant, parti de l'infini et arrivé dans le fini après une période de temps infinie, n'atteindrait donc la position O qu'après une nouvelle période de temps infinie. La substitution de x à t dans l'expression de x' de-

vient réalisable et l'on a $x' = -\xi \varepsilon e^{-\varepsilon t}$ et en remplaçant $e^{-\varepsilon t}$ par sa valeur tirée de (20), il vient comme nous l'avons déjà trouvé $x' = -\varepsilon x$. De même l'on obtient (20) par l'intégration de cette dernière expression en prenant $x = \xi$ pour $t = 0$.

Prenant maintenant le cas où $\varepsilon > n$ l'on a :

$$\frac{dx'}{dx} = \frac{(\varepsilon - r)\, e^{rt} - (\varepsilon + r) e^{-rt}}{e^{-rt} - e^{rt}}$$

$$\frac{d^2x'}{dx^2} = -\frac{1}{\xi n^2 e^{-\varepsilon t}} \left\{ \frac{2r}{e^{-rt} - e^{rt}} \right\}^3.$$

La courbe $x' = \varphi(x, \xi)$ est dans ce cas encore sans point d'inflexion, concave vers l'axe des abscisses avec un maximum pour la valeur de t exprimée dans l'équation (11) ; la tangente au point O est $\varepsilon - r$ tandis qu'en ξ elle est normale à l'axe des abscisses. Les courbes correspondant aux différentes valeurs de ξ sont semblables entre elles, leur limite est déterminée par la droite $x' = -(\varepsilon - r)\, x$; $\varepsilon - r\, \xi$ est la plus grande vitesse qu'il est possible à l'aimant d'atteindre en ξ par une chute préalable. Le même résultat s'obtient par l'élimination de t entre (5) et (10).

La vitesse initiale communiquée en ξ à l'aimant doit, pour qu'il aille au delà du point O, dépasser de plus de $2r\xi$ la plus grande vitesse de chute réalisable en ξ.

Forme qu'affecte le mouvement apériodique d'un aimant sous l'action d'un courant très-peu prolongé.

Considérons maintenant le cas où à l'origine du temps un courant constant d'intensité I agit pendant un temps

très-court τ sur l'aimant jusque-là en repos. Le courant imprimera cette fois à l'aimant une vitesse positive

$$c = \frac{\mu I \tau}{M} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (22)$$

M étant son moment d'inertie, μ le moment de la force qu'exerce sur l'aimant dans la position du repos un courant égal à l'unité parcourant le fil du multiplicateur. Les constantes A et B de l'équation (4) deviennent ici, en faisant $t = \tau = 0, x = 0$ et $\frac{dx}{dt} = c$:

$$A = -\frac{c}{2r} \text{ et } B = +\frac{c}{2r}$$

d'où pour l'équation du mouvement :

$$x = \frac{c}{2r}\left(e^{-(\varepsilon - r)t} - e^{-(\varepsilon + r)t}\right) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (23)$$

L'aimant revient en arrière au bout du temps

$$t_m = \frac{1}{2r} \log. \frac{\varepsilon + r}{\varepsilon - r},$$

et s'approche ensuite assymptotiquement de la position du repos. Ici aussi on a une grande simplification pour $\varepsilon = n$, car dans ce cas les constantes de l'équation sont $A = 0, B = c$, ce qui donne pour l'équation elle-même

$$x = cte^{-\varepsilon t} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (24)$$

La courbe des déviations est concave à l'origine vers l'axe des abscisses, elle atteint au bout du temps $t_m = \frac{1}{\varepsilon}$ une ordonnée maxima égale à $x_m = \frac{c}{\varepsilon e}$ et au bout du temps $t_i = \frac{2}{\varepsilon}$ elle a un point d'inflexion.

La courbe des vitesses commence en $t = 0$ avec l'ordonnée c, elle est convexe vers l'axe des abscisses jusqu'au bout du temps t_m où elle le coupe, elle atteint un maximum négatif au bout du temps t_i et a un point d'inflexion au temps $t_{i_1} = \frac{3}{\varepsilon}$.

Ces différents intervalles de temps forment, comme nous l'avons observé plus haut dans un autre cas, une progression arithmétique.

Forme du mouvement apériodique d'un aimant sous l'action d'un courant constant ou d'un courant variable.

Si l'aimant se déplace sous l'influence d'un courant de l'intensité I et d'une durée prolongée agissant sur lui à l'origine du temps et tend à une nouvelle position d'équilibre sous l'action combinée de ce courant et de la force directrice magnétique, l'équation différentielle du mouvement devient

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\varepsilon \frac{dx}{dt} + n^2 x = k.$$

dans laquelle la constante k représente une force soumise aux conditions qui régissent la proportionnalité de la force directrice et de la déviation de l'aimant, mais indépendante de cette dernière, divisée par le moment d'inertie. L'intégrale complète est alors

$$x = \frac{k}{n^2} + e^{-\varepsilon t}\left(\mathrm{A}e^{-rt} + \mathrm{B}e^{rt}\right)$$

En posant pour $t = 0$,

$$x = 0 \text{ et } \frac{dx}{dt} = 0,$$

on obtient

$$A = \frac{k}{n^2} \cdot \frac{\varepsilon - r}{2r}, \quad B = -\frac{k}{n^2} \cdot \frac{\varepsilon + r}{2r}.$$

Si l'on désigne par H la composante horizontale du magnétisme terrestre, par m le moment magnétique de l'aimant pour des forces parallèles et si l'on remarque que

$$n^2 = \frac{mH}{M} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (25)$$

on a :

$$\frac{k}{n^2} = \frac{\mu I}{mH}$$

mettant dans l'intégrale les valeurs de A, B et $\frac{k}{n^2}$ il vient :

$$x = \frac{\mu I}{mH} \left[1 - e^{\frac{-\varepsilon t}{2r}} \left\{ (\varepsilon + r)\, e^{rt} - (\varepsilon - r)\, e_1^{-rt} \right\} \right] \ldots (26)$$

Le mouvement s'accomplit donc, suivant ce qu'on pouvait prévoir, comme dans le cas où l'aimant tombe d'une certaine hauteur, à cela près que le point O remplace la déviation ξ et la déviation constante $\frac{\mu I}{mH}$ le point O, cette dernière ne pouvant jamais être dépassée et ne pouvant être atteinte qu'après un temps infini.

Combinaisons diverses concernant la position et la vitesse de l'aimant ainsi que les forces qui agisssent sur lui.

Pour le cas où un courant donne à l'aimant une impulsion positive dans le cours de sa chute, on a de nouveau les formules (17) et (18) en changeant seulement le signe de c. L'aimant va plus loin dans son mouvement, puis revient et s'approche assymptotiquement du zéro.

L'aimant reçoit-il dans le cours de sa chute au temps t_1 en x_1 une impulsion qui lui communique une vitesse $\pm c$, il se produit une discontinuité dans le mouvement. Suivant que $\varepsilon >$ ou $= n$, x est exprimé par la somme des formules (5) et (23), ou par la somme de (12) et (24) il y a superposition des deux mouvements. Si c est négatif, le point O peut être dépassé.

Si le courant qui fait dévier l'aimant varie et que son intensité passe brusquement de I à I_1 l'aimant passe sans oscillations de l'ancienne position à la nouvelle, comme on le voit par deux équations faciles à établir.

(La suite à un prochain numéro.)

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

H. Schneebeli. Ueber den Stoss elastischer Körper, etc. Sur le choc des corps élastiques et une évaluation numérique de la durée du choc. (*Pogg. Ann.*, tome CXLIII, p. 239.)

Le choc a été longuement et diversement étudié, mais toujours au point de vue de son influence sur le mouvement des corps qui y prennent part et point sur la durée du contact. Ce dernier point a été jusqu'ici entièrement négligé; on s'était contenté d'admettre que la durée du choc était excessivement petite et difficile à mesurer. C'est précisément à l'étude de cette question que M. Schneebeli s'est consacré. Il y a appliqué une méthode imaginée pour ce genre de recherches par Pouillet et qui consiste à profiter de ce contact pour fermer un circuit galvanique et à déduire sa durée de l'intensité de la déviation galvanométrique produite par un courant connu qui parcourt le circuit pendant tout le temps que le contact persiste.

Il faut préalablement pour cela calibrer le galvanomètre, c'est-à-dire établir la relation existant entre la durée du courant que l'on suppose constant et la déviation qu'il produit sur l'aiguille du galvanomètre. M. Pouillet se servait à cet effet d'un interrupteur consistant en un disque en verre portant sur une de ses faces une lame métallique disposée suivant un rayon. Dans son mouvement de rotation, cette lame frottait légèrement contre un ressort métallique. Un des pôles de la pile étant relié à la lame, l'autre au ressort, on pouvait de la vitesse de rotation du disque et de la distance du ressort à l'axe déduire la durée du courant et mesurer pour différentes durées les déviations galvanométriques correspondantes. M.

Schneebeli a remplacé cette disposition par une autre consistant en un pendule métallique portant à sa partie inférieure un triple ressort; celui-ci venait frotter sur une lame d'acier horizontale fixée dans le même plan vertical que l'axe de rotation du pendule. Pour qu'il n'y eût pas de choc au moment du contact, une plaque de verre horizontale appliquée contre la lame d'acier du côté d'où arrivait le pendule, forçait le ressort à s'infléchir graduellement. Le pendule était relié à l'un des pôles de la pile, la lame à l'autre, et le galvanomètre à miroir et à règle de Meyerstein était introduit dans le circuit que parcourait le courant de un ou deux couples de Bunsen bien propres. La durée du contact dans cet appareil était inversement proportionnelle à la racine carrée de la hauteur de chute H du pendule. Or, en construisant la courbe dont les valeurs de $\frac{1}{\sqrt{H}}$ étaient les abscisses, et les déviations galvanométriques les ordonnées, l'auteur obtint une ligne droite passant très-sensiblement par l'origine, d'où il suit que: *la déviation de l'aiguille du galvanomètre est porportionnelle à la durée du courant qui la produit.*

Les intervalles de temps pendant lesquels on laissait agir le courant variaient entre 0,00015, et 0,00070 seconde. Cela étant, M. Schneebeli a étudié à l'aide de cette méthode les conditions dont dépend la durée plus ou moins prolongée du choc de deux corps élastiques. Il n'a opéré que sur une seule substance et a commencé par un cas simple, celui du choc sur une surface plane. Celle-ci était la base supérieure bien plane et polie d'un cylindre droit en acier de 2^m de long et 36^{mm} de diamètre solidement fixé et relié au galvanomètre. Le choc était toujours direct, central. Le corps choquant boule ou cylindre, était maintenu à un fil conducteur qui le reliait à la pile, et au delà, au galvanomètre. Le courant passant pendant le temps que persistait le contact, donnait dans la déviation galvanométrique produite une mesure relative de la durée de ce choc. L'auteur s'était préala-

blement assuré que la forme et les dimensions relatives des deux surfaces en contact n'exerçaient pas d'influence sensible sur la conductibilité du circuit partant, sur la déviation galvanométrique.

1° *Influence de la masse du corps choquant sur la durée du choc.* En faisant tomber sur le plan d'acier des cylindres également d'acier de même longueur, mais de diamètres différents, terminés tous à leur partie inférieure par des calottes sphériques identiques, il fut reconnu que: *la durée du choc augmente avec la masse du corps choquant et à peu près proportionnellement à cette masse.*

2° *Influence de la hauteur de chute du corps choquant.* Les expériences furent faites avec des boules d'acier et montrèrent que *lorsque la hauteur de chute augmente, la durée du choc diminue.*

3° *Influence du rayon de courbure du corps choquant.* On faisait tomber de la même hauteur sur le plan quatre cylindres de mêmes dimensions, de même masse, terminés seulement à leur partie inférieure par des calottes sphériques de rayons différents, et il fut démontré que *la durée du choc diminue quand le rayon de courbure du corps choquant augmente.*

4° *Influence de la longueur du corps choquant.* Avec des cylindres de même poids, terminés par des calottes sphériques identiques, mais de longueurs différentes, l'auteur trouva que: *la durée du choc augmente avec la longueur du corps choquant.*

5° *Choc entre deux boules identiques.* L'auteur distingue ici deux cas, celui où la boule choquée est suspendue librement, et celui où elle est appliquée contre la face verticale, cette fois, du cylindre d'acier.

Appelant a la durée du choc de la première boule contre le cylindre d'acier, b la durée du choc de la seconde boule contre l'autre lorsqu'elle est appuyée contre le cylindre, enfin c la durée du choc de la seconde boule contre la première, librement suspendue, on a:

$$b = 3\,a = 4\,c.$$

6° *Choc entre des corps de dimensions différentes suspendues librement.* De deux boules de dimensions différentes, l'auteur faisait frapper tantôt la petite contre la grande, primitivement immobile, tantôt la grande contre la petite, ou encore une boule contre le grand cylindre librement suspendu, puis le cylindre contre la boule et il reconnut que : *dans le choc de deux corps élastiques librement suspendus, il est indifférent pour la durée du contact que ce soit le plus grand ou le plus petit de ces deux corps qui choque l'autre.*

7° *Evaluation numérique de la durée du choc.* La durée du choc de deux corps élastiques est toujours très-courte ; pour en donner une idée M. Schneebeli cite l'évaluation qu'il en a faite dans un cas particulier : un cylindre d'acier du poids de 695 grammes tombant d'une hauteur de 33^{mm} sur la face du grand cylindre d'acier demeure en contact avec lui pendant un temps :

$$t = 0{,}00019 \text{ seconde.}$$

E. S.

H. Schneebeli. Stossversuche mit Kugeln, etc. Expériences sur le choc avec des boules de différents métaux. (*Poggend. Ann.*, tome CXLV, page 328 ; traduction.)

Dans une communication antérieure sur le choc des corps élastiques [1] j'ai recherché les conditions du choc dans le cas d'une seule et même substance placée dans des conditions différentes. La substance employée était de l'acier dur comme du verre, qui est un corps élastique au plus haut degré. Je déterminai qualitativement dans quel rapport la durée du choc dépendait de la masse, de la longueur et de la hauteur de chute du corps choquant.

Dans la présente note, je communique les résultats que j'ai obtenus pour le choc avec des boules de différents métaux.

La méthode d'expérimentation était la même que celle

[1] Voyez l'article précédent.

que j'ai décrite dans mon précédent travail. Les boules avaient toutes le même poids et tombaient de la même hauteur sur la face plane bien polie et dure comme du verre d'un plot cylindrique en acier plein. Les boules n'ayant pas toutes le même rayon, il faudrait pour rendre les conditions égales, puisque la durée du choc dépend de la courbure de la surface, faire une correction. Des résultats qui ont été énoncés ailleurs, il suit que cette correction serait très-petite (plomb et zinc 2 $^1/_2$ $^0/_0$), et qu'en tout cas elle peut être négligée à côté des autres causes d'erreur que présentent ces métaux (limite d'élasticité dépassée).

En effet, même avec de très-petites hauteurs de chute comme celles que j'ai employées, environ 10^{mm}, les métaux les plus tendres subirent une petite déformation permanente qui complique le résultat. Pour rendre les expériences comparables entre elles, je faisais toujours frapper les boules par une nouvelle portion de leur surface.

Je commençai par rechercher l'influence que pouvait exercer sur la déviation de l'aiguille aimantée le courant thermoélectrique produit par le contact de métaux hétérogènes à des températures différentes. Lorsque la boule était mise en contact d'une manière prolongée avec la surface de choc, reliée comme elle à un galvanomètre, une faible différence de température (telle que celle résultant de l'échauffement de la main) suffisait pour faire faire à l'aiguille une oscillation de 100°. Mais lorsque la boule ne demeurait sur la surface de contact que pendant la durée du choc, il n'y avait aucun courant sensible, même lorsqu'elle rebondissait jusqu'à dix fois de suite sur la surface plane d'acier.

Pour démontrer néanmoins jusqu'à l'évidence qu'aucun courant thermoélectrique n'influait sur les expériences, la boule fut chauffée jusqu'à environ 200° avant qu'on lui fît produire le choc. Même dans ce cas il n'y avait rien de sensible au galvanomètre, quoique les chocs se succédassent rapidement. Les expériences avec la boule d'argent chauffée

furent répétées après l'introduction d'un élément hydro-électrique dans le circuit ; il est clair que la durée du choc fut alors augmentée par l'échauffement de la boule ; mais la plus grande déviation de l'aiguille ne doit pas dans ce cas être attribuée à un courant thermoélectrique, mais, comme on va le voir, à une diminution de l'élasticité par suite de l'élévation de température. On employa pour ces expériences des boules d'abord fondues puis tournées des métaux suivants :

Boule.	Coefficient d'élasticité E.
Acier.	19600
Cuivre.	10500
Zinc.	8700
Laiton.	8540
Argent	7140
Étain.	4000
Plomb.	1700

Je ne transcris ici que deux des très-nombreuses séries d'expériences que j'ai faites, et je rappellerai que les boules tombaient toutes de la même hauteur sur le plan d'acier.

Boule.	Déviation au galvanomètre. 1re série.	2me série.
Acier.	72,5	84,2
Cuivre.	94,2	115,0
Zinc.	111,0	130,0
Laiton.	110,5	127
Argent	112,0	130
Étain.	164	194
Plomb	270	320

La première série fut exécutée le 11 janvier et la seconde le 22 janvier.

Comme résultat général on peut déduire de ces deux séries que la durée du choc augmente lorsque le coefficient d'élasticité diminue. Un lien plus étroit se montre entre la

durée du choc et le coefficient d'élasticité lorsqu'on forme le produit de la durée du choc et de la racine carrée du coefficient d'élasticité de chaque boule. On obtient de la sorte le tableau suivant :

Boule.	Série I				Série II		
	$\sqrt{E}$	a	$a\sqrt{E}$	Corr.	a	$a\sqrt{E}$	Corr.
Acier....	140	72,5	101‘5	+ 0,5	84,2	117,9	+ 2,1
Cuivre...	102	94,2	96,1	+ 5,9	115,0	117,3	+ 2,7
Zinc..,..	93,3	111,0	103,6	— 1,6	130	121,3	— 1,3
Laiton...	92,4	110,5	102,1	— 0,1	127	117,4	+ 2,6
Argent..	84,5	112	94,6	+ 7,4	130	110,0	+10
Etain....	63	164	103	— 1,0	194	122	— 2
Plomb...	42	270	113	—11	320	134	—14
	Moyenne...... 102,0				Moyenne 120,0		

De ce tableau nous sommes fondés à conclure que : *lorsqu'une série de corps élastiques viennent frapper la même surface élastique, les durées de choc sont inversement proportionnelles à la racine carrée de leur coefficient d'élasticité.*

Tous les métaux sur lesquels on a opéré se conforment à cette loi avec une approximation suffisante, excepté la boule d'argent et celle de plomb. Pour ce qui tient à la boule de plomb, le fait ne doit pas nous étonner, car l'élasticité du plomb est si faible, que même avec nos petites hauteurs de chute la limite d'élasticité est notablement dépassée. Quant à la boule d'argent, il faut admettre que son coefficient d'élasticité est sensiblement plus fort que celui de la matière sur laquelle a été faite la mesure de ce coefficient. Cette supposition n'est pas inadmissible eu égard aux divergences assez notables qui existent sur ce point entre les résultats de différents observateurs.

A. Mayer. Changement de la longueur d'onde d'un corps vibrant, par le mouvement. (*Philos. Magaz.*, avril 1872; *Naturforscher*, 1872, n° 25.)

Dans une courte notice M. A. Mayer, professeur à New-Jersey, décrit quelques expériences fort simples, montrant d'une manière élégante l'influence depuis longtemps connue du mouvement d'un corps vibrant sur la longueur d'ondulation du son qu'il rend.

Il se sert pour ces expériences de quatre diapasons donnant le même nombre de vibrations, par ex.: 256 à la seconde, et placés tous les quatre sur des caisses de résonnance; les deux premiers sont amenés à être absolument d'accord, le troisième par l'addition d'un morceau de cire à une de ses branches est arrangé de façon à donner deux battements dans la seconde, en vibrant avec les deux premiers, enfin le quatrième est au contraire limé à l'extrémité d'une de ses branches de manière à produire également deux battements à la seconde lorsqu'il vibre avec les deux premiers. Le troisième fait donc deux vibrations à la seconde de moins que les deux premiers, et le quatrième au contraire deux vibrations de plus.

Le premier diapason est placé entre une lanterne et un écran, une petite boule de liége est suspendue à un fil de soie à côté d'une de ses branches de manière à la toucher légèrement.

Exp. 1. Le deuxième diapason est tenu à la main à une distance de 30 à 60 pieds du premier et mis en vibration. Aussitôt la petite boule est projetée par le premier diapason qui se met alors à vibrer à l'unisson.

Exp. 2. Le deuxième diapason est enlevé de sa caisse de résonnance, on tient le diapason, mis d'abord en vibration, dans une main, la caisse dans l'autre. Puis, partant d'une distance de 30 pieds environ du premier diapason, on s'en rapproche rapidement: lorsqu'on croit se déplacer d'un mouvement régulier,

on met le deuxième diapason sur sa caisse et on l'en enlève avant de s'arrêter, dans le voisinage immédiat du premier. La petite boule de liége n'est pas déplacée dans cette expérience.

Exp. 3. Même expérience en n'enlevant pas le diapason de sa caisse avant de s'arrêter; la petite boule ne bouge pas tant qu'on est en marche, mais dès qu'on cesse de s'approcher du premier diapason, celui-ci se met à vibrer à l'unisson de l'autre ce qui se montre à la boule.

Les *expériences* 4 et 5 sont les mêmes que 2 et 3, seulement en éloignant le diapason II du diapason I au lieu de l'en rapprocher, le résultat est le même aussi.

Exp. 6. Le diapason III (deux vibrations de moins que I) étant enlevé de sa caisse, on approche cette caisse du diapason I et lorsqu'on est arrivé pour ce mouvement á la vitesse voulue (8 à 9 pieds par seconde), on repose III sur sa caisse, à l'instant la boule est projetée. Si on accelère alors ou qu'on ralentisse le mouvement, même encore si on l'arrête, il n'y a plus d'action de III sur I.

Exp. 7. Même expérience que 6, seulement avec le diapason IV qu'on éloigne au lieu de le rapprocher.

Exp. 8. Même expérience que 6, en renversant les rôles de I et III.

Exp. 9. Même expérience que 7, en remplaçant I par IV et IV par I.

L'auteur, après avoir décrit la forme si simple qu'il propose pour une expérience fondamentale de physique, que tout le monde pourra répéter avec la plus grande facilité, passe au calcul des vitesses qu'il faut donner aux diapasons mobiles. Le diapason I fait 256 vibrations à la seconde et III 254. Les longueurs d'onde correspondantes sont 4367 et 4401 pieds ; en admettant pour la vitesse du son à 60° F. (15° C.) 1118 pieds ; 256 vibrations dans 1118 pieds fait pour la longueur d'onde 4,367 pieds, et 254 vibrations dans 1118 pieds — deux long. d'onde = 1109,266 fait aussi 4367

pieds. La vitesse de propagation des vibrations et les longueurs étant les mêmes pour les deux diapasons, lorsque III est en mouvement, il suit que le nombre des vibrations qui dans une seconde atteignent un point donné est le même qu'elles partent d'un corps en repos donnant 256 vibrations ou d'un corps donnant 254 vibrations se déplaçant de deux longueurs d'onde soit 8734 pieds dans la seconde. M. Mayer applique ensuite le même ordre de considération à la lumière et montre qu'une étoile émettant des radiations qui correspondent à 590 billions de vibrations à la seconde doit s'approcher de l'œil avec une vitesse de 28,740 milles pour arriver à produire la couleur D (595 billions de vibrations).

E. S.

H. Buff. Ueber die Ausdehnungswærme, etc. Sur la chaleur de dilatation des corps solides. (*Pogg. Ann.*, tome CXLV, p. 626; traduction.)

L'augmentation de volume qu'un corps solide subit par réchauffement a la plus grande analogie avec l'extension produite par la traction d'un poids. Aussi est-on naturellement amené à rechercher la grandeur de la pression ou de la force d'extension que la chaleur exerce sur l'unité de surface ; on peut trouver la solution de cette question, si on possède outre le coefficient de dilatation d'un corps son coefficient de traction rapportés tous deux à l'unité de volume.

Or, on connaît le coefficient de traction d'un certain nombre de corps dans le sens de leur longueur, mais l'extensibilité ou la compressibilité de l'unité de volume n'ont été jusqu'ici que peu étudiées. Wertheim a démontré, il est vrai, ou du moins a fait admettre comme fort probable le fait que, pour les corps homogènes les coefficients d'extension ou de compression cubiques sont les mêmes que les coefficients d'extension ou de compression linéaires. Il a montré de plus que cette opinion était confirmée par les expériences de

M. Regnault sur la compressibilité du cuivre, du laiton et du verre.

La probabilité est aussi en faveur de l'exactitude de la loi de Wertheim. Car si les deux coefficients d'extensibilité linéaire et cubique n'étaient pas les mêmes, ce devrait être le cas aussi pour les deux coefficients d'élasticité et il s'en suivrait que la vitesse de propagation du son ne serait pas la même dans une tige et dans une boule, toutes deux d'une même substance, parfaitement homogène dans toutes les directions.

Étant donc admis que les deux coefficients d'extensibilité sont égaux, le coefficient d'extensibilité cubique du fer, par exemple, rapporté au millimètre comme unité de longueur est $\alpha = 0{,}0000481$. C'est-à-dire qu'un cube de fer de 1 centim.^{3} tiré sur ses six faces par une force extensive normale de 1 kil. par millimètre carré voit son volume s'augmenter de 0,0000481 centim. cube.

Le coefficient de dilatation cubique du fer entre 0° et 100° est, pour 1° C., $\beta = 0{,}0000350$. Un centim. cube de fer passant de 0° à 1° augmente donc de $0^{\text{centim}},0000350$. Pour produire la même augmentation de volume qu'une tension égale à 100 kil. répartie sur les six faces, il faut, par conséquent, une augmentation de température de $\frac{\alpha}{\beta} = 1°,374$.

Le travail mécanique que la chaleur produit dans cette élévation de température du cube de fer de 1°,374, correspond à l'effet nécessaire pour élever 100 kil. de 0,000081 centimètre, ou ce qui revient au même à un effet de 4.81 grammes centimètres. En effet, puisque chacune des trois faces du cube avance pendant la traction de $\frac{0{,}0000481}{3}$ centim. cela équivaut pour l'augmentation de volume à ce qu'une seule des trois faces avance de 0,0000481 centim.

L'expression de la quantité de chaleur qu'un centimètre cube de fer devra absorber, pour pouvoir produire ce travail, s'obtient en multipliant son poids en grammes $\delta = 7{,}757$ par

sa chaleur spécifique $s=0{,}1098$ et par $\frac{\alpha}{\beta}=1{,}374$. On prend alors pour unité la quantité de chaleur nécessaire pour élever 1 gramme d'eau de 0° à 1°.

La quantité ainsi obtenue $\delta\, s \frac{\alpha}{\beta} = 1{,}170$ est la quantité de chaleur nécessaire pour donner à une masse de fer de 1 c.³ une force expansive produisant la même expansion qu'une traction de 100 kil. Il n'y a qu'une très-petite quantité de cette chaleur, qui soit employée à la dilatation elle-même ou à la production du travail évalué ci-dessus et qui devienne latente.

Prenons en chiffres ronds pour l'effet mécanique de l'unité de chaleur adoptée 42000 gr., et nous aurons pour le travail de 1,170 unités de chaleur 49140 gr. c. Le travail effectif de la chaleur dans le cube de fer qui se dilate est égal comme nous l'avons vu à 4,81 gr. c.

La quantité de chaleur employée à la dilatation du fer est donc à la quantité de chaleur totale absorbée comme 4,81 est à 49140, ou comme 0,98 est à 10000.

S'il s'agit simplement de déterminer ce rapport, dont la connaissance est suffisante pour la solution de différentes questions de physique théorique, il n'est pas nécessaire d'avoir de plus amples données sur ce coefficient d'extensibilité α, parce que celui-ci disparaît comme facteur commun au numérateur et au dénominateur de ce rapport.

Nous avons trouvé $49140 = 42000\, \delta\, s \frac{\alpha}{\beta}$ et $4{,}81 = 100.1000\, \alpha$ d'où :

$$\frac{4{,}81}{49140} = \frac{\lambda}{10000} = \frac{100000\ \alpha\beta}{42000\, \delta\, s\, \alpha} = \frac{\beta}{0{,}42\, \delta\, s},$$

et enfin pour l'expression de la quantité de chaleur transformée en travail

$$\lambda = \frac{10000\ \beta}{0{,}42\ \delta\ s}$$

Le calcul fait pour le cas particulier du fer fut exécuté de la même manière pour quelques autres corps. Les résultats obtenus sont consignés dans la dernière colonne du tableau ci-dessous, ces chiffres n'ont une exactitude suffisante que pour les températures ordinaires.

	α	β	δ	s	λ
Fer	0,0000481	0,0000350	7,757	0,1098	0,980
Cuivre	0,0000951	0,0000515	8,936	0,0949	1,446
Argent	0,0001401	0,0000573	10,301	0,0577	2,378
Or	0,0001791	0,0000466	18,035	0,0324	1,899
Platine	0,0000628	0,0000265	21,166	0,0324	0,920
Plomb	0,0005634	0,0000854	11,165	0,0314	5,800
Verre	0,0001451	0,0000262	2,446	0,1770	1,441
Eau à 16°	0,0045854	0,0001600	0,999	1,0000	3,810

Les chiffres portés au-dessous de λ donnent la quantité de chaleur devenue latente exprimée en dix millièmes de la chaleur totale absorbée. Cette portion n'est qu'une portion aliquote très-faible de la quantité de chaleur totale absorbée et cela non-seulement pour les corps solides, mais aussi pour l'eau. On s'explique de la sorte pourquoi l'on avait vainement essayé jusqu'ici d'élever la température d'un corps solide par compression. On comprend de plus pourquoi la chaleur latente d'extension exerce une si petite influence sur la chaleur spécifique des atomes des corps solides.

CHIMIE.

C. Rammelsberg. Sur les hypophosphites. (*Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1872, p. 492.)

Les hypophosphites, découverts par Dulong en 1816, ont été considérés longtemps comme renfermant un simple composé de phosphore et d'oxygène Ph^2O. Les recherches de H. Rose sur ces sels, en 1827, confirmées par celles de Wurtz en 1842, ont établi que l'acide hyposphoreux est un composé

plus complexe, renfermant de l'hydrogène, et que la constitution de ses sels est exprimée par les formules :

$$R'H^2PO^2 \quad \text{et} \quad R''H^4P^2O^4$$

Les sels de thallium, de calcium, de cadmium et de plomb ne renferment pas d'eau de cristallisation ; tous les autres en contiennent, mais la perdent complétement sans subir d'altération entre 100 et 200 degrés. Ceux de nickel et de cobalt seulement commencent à se décomposer de 130 à 140 degrés.

La décomposition des hypophosphites par la chaleur a été étudiée, mais très-incomplétement, par H. Rose. Il avait cru pouvoir conclure de ses expériences que cette décomposition les transforme en phosphates avec dégagement d'hydrogène phosphoré et d'eau, de telle façon que la moitié du phosphore serait chassée à l'état d'hydrogène phosphoré. Il avait toutefois constaté la formation d'hydrogène libre dont il attribuait la présence à une décomposition partielle de l'hydrogène phosphoré par la chaleur.

C'est principalement sur ce point qu'ont porté les nouvelles recherches de M. Rammelsberg, et il en résulte que le mode de décomposition de ces sels n'est pas le même pour tous, et qu'il ne se forme que très-rarement de l'eau et en très-faible proportion dans cette réaction.

Le résidu de la calcination est en général formé par un mélange de pyrophosphate et de métaphosphate dans la proportion d'une molécule de chacun d'eux pour les sels alcalins, deux molécules de pyrophosphate pour une de métaphosphate pour les sels de magnésie, de zinc et de maganèse. Ce rapport est de 3 : 1 pour les sels de strontium, calcium, cérium et cadmium, 4 : 1 pour le sel de plomb, et 6 : 1 pour le sel de baryte. Ce dernier cas est celui qui se rapproche le plus du mode admis par H. Rose, qui n'aurait dû fournir que des pyrophosphates.

Les hypophosphites de cobalt et de nickel laissent un mélange de pyrophosphates et de phosphures métalliques ; ces

derniers colorent ce résidu en noir et le rendent en grande partie insoluble dans l'acide chlorhydrique.

L'hypophosphite d'urane, dont la composition correspond à celle des autres sels de ce genre en y admettant la présence du radical uranyle, suivant la formule:

$$(U^2O^2)\ H^4P^2O^4$$

se décompose avec dégagement de chaleur et explosion; il ne se dégage que de l'hydrogène libre, et il reste un mélange de trois molécules de pyrophosphate et une de métaphosphate de protoxyde d'urane, et une de phosphure d'urane.

Le rapport entre les quantités de phosphore qui demeurent dans le résidu de la calcination et celles qui se dégagent varie considérablement, il est de:

5 : 1 pour le nickel et le cobalt;
3 : 2 pour le sodium, thallium, magnésium, zinc, manganèse;
4 : 3 pour le strontium, calcium, cérium, cadmium;
5 : 4 pour le lithium et le plomb;
7 : 6 pour le baryum.

Ce n'est donc dans aucun cas le rapport 1 : 1 anciennement admis.

Aucune trace d'eau ne se forme par la décomposition des hypophosphites des métaux alcalins ou magnésiens, ni de celui d'urane. L'hydrogène se dégage pour $^2/_5$ à l'état libre et $^3/_5$ à l'état d'hydrogène phosphoré. Les autres hypophosphites produisent en outre un peu d'eau, mais correspondant seulement à une faible fraction de l'hydrogène total.

L'auteur termine en rappelant, comme terme de comparaison, ses recherches sur la décomposition des phosphites par la chaleur. Dans ce cas il ne se dégage ni phosphore, ni eau, mais seulement de l'hydrogène libre, et le résidu est composé d'un pyrophosphate seul ou mélangé avec un phosphure.

E. PATERNO. SUR LA DÉTERMINATION DES POIDS MOLÉCULAIRES DES SUBSTANCES SALINES. (*Gazzetta chimica italiana*, 1872.)

M. Paterno expose l'importance que présenterait, pour la discussion des formules chimiques, la découverte d'une méthode propre à déterminer les poids moléculaires des substances salines, comme la loi d'Avogadro, relative aux densités de vapeur, permet cette déterminaison pour les substances volatiles.

Il croit avoir découvert cette méthode dans la décomposition électrolytique des composés, pensant que l'on peut admettre qu'un même courant décompose des quantités des divers composés proportionnelles à leurs poids moléculaires.

Il fait ressortir plusieurs conséquences auxquelles conduit l'adoption de cette théorie, et qui entraînent en particulier l'abandon de toutes les formules admises depuis quelques années pour les combinaisons des métaux et des radicaux monoatomiques (chlorures, azotates alcalins, etc.).

Malheureusement il n'apporte aucune preuve expérimentale à l'appui de sa théorie, qu'il est forcé de reconnaître lui-même en contradiction avec les faits connus jusqu'ici. Car les recherches de Faraday, Matteucci et Becquerel semblent toutes amener à cette conséquence que la décomposition électrolytique de divers composés par un même courant met toujours en liberté des quantités équivalentes de l'élément négatif, et qui ne sont par conséquent nullement en rapport, dans beaucoup de cas, avec les proportions de cet élément contenues dans la molécule. Ainsi un même courant décompose les proportions suivantes de divers chlorures :

$$CuCl^2,\ Fe^{2/3}Cl^2,\ Sn^{1/2}Cl^2,\ Sb^{2/5}Cl^2,$$

quantités qui ne peuvent évidemment pas représenter une molécule de chacune de ces combinaisons.

L. Carius. Sur l'absorption de l'ozone par l'eau. (*Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1872, p. 520.)

L'ozone a été généralement considéré comme insoluble dans l'eau; cependant M. Soret a signalé son absorption par ce liquide, mais on ne sait rien jusqu'ici de positif sur ce sujet.

Il est facile de s'assurer que l'eau dans laquelle on a fait passer de l'air ou de l'oxygène ozonisé en présente toutes les réactions. Elle décompose l'iodure de potassium, décolore l'indigo et le tournesol, colore en bleu la teinture de gaiac, transforme les protoxydes de thallium, de manganèse et de plomb en peroxydes; on réussit même quelquefois à déterminer par son action sur l'argent la formation du peroxyde de ce métal. L'auteur a constaté d'ailleurs que cette eau ne renferme ni eau oxygénée, ni acide nitreux libre ou combiné avec l'ammoniaque dont la présence eût pu expliquer une partie au moins de ces réactions.

La détermination du pouvoir d'absorption de l'ozone dans l'eau ne peut être faite avec exactitude, puisque l'on ne peut opérer que sur des mélanges où ce gaz n'entre que pour une proportion très-faible et qui n'est jamais bien constante.

L'auteur produisait dans ses essais l'ozone par la méthode de Soret, c'est-à-dire par l'électrolyse de l'acide sulfurique étendu et maintenu à une température voisine de 0 degré. Dans ces conditions la proportion d'ozone dans le gaz, déterminée par la décomposition de l'iodure de potassium, a été trouvée, dans deux essais de 0,93 et 1,21 volume pour 100 en supposant à ce gaz une densité égale aux $\frac{3}{2}$ de l'oxygène.

On a fait passer ce gaz pendant deux à trois heures dans de l'eau maintenue entre 2 et 4 degrés, puis on l'a soumise à l'analyse et trouvé qu'elle contenait par litre dans 3 expériences:

0,0109	grammes d'ozone, soit		5,11	cent. cubes
0,0091	»	»	4,24	»
0,0083	»	»	3,86	»

L'auteur a soumis également à l'analyse l'*eau ozonisée* fournie par la fabrique de MM. Krebs, Kroll et Cie de Berlin pour les usages de la médecine ; il y a trouvé de 4,06 à 4,45 cent. cubes d'ozone par litre, elle ne renfermait également ni eau oxygénée, ni acide nitreux ou nitrique.

MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE.

A. d'Achiardi. Mineralogia, etc. Minéralogie de la Toscane. 1872, vol. I, 272 pages.

Il est peu de pays aussi riches en minéraux que la Toscane ; il en est peu surtout où ces richesses naturelles aient été exploitées dès la plus haute antiquité. Mises aux services des arts, elles ont été rendues célèbres par eux. La variété des métaux, des travertins, des marbres et des albâtres leur ont donné une réputation méritée. M. d'Achiardi a entrepris la description de ce pays privilégié à ce point de vue.

Le premier volume de cet ouvrage a seul paru. Il renferme la description : 1° des corps simples, de leur mode d'origine et d'association: ce sont les métalloïdes, le soufre, le graphite et le charbon ; les métaux, l'argent, le cuivre, le mercure, l'or et le fer ; 2° les minéraux composés à élément électro-négatif monoatomique, les chlorures et les fluorures (sel gemme et fluorine) et ceux à élément électro-négatif biatomique ; cette division est la plus nombreuse, elle renferme les oxydes et les sels, carbonates, sulfates, borates, phosphates et arséniates.

Tous ces minéraux toscans sont complétement décrits, ainsi que leurs formes cristallines, leur composition et leurs gisements. L'auteur a eu soin, pour compléter les notions contenues dans son travail, de faire connaître les ouvrages déjà fort nombreux sur l'étude des corps inorganiques de la Toscane, dans lesquels on a précédemment parlé des minéraux dont il s'occupe.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

TH. EIMER. NESSELZELLEN UND SAMEN BEI SEESCHWÆMMEN. (*Archiv für mikroskopische Anatomie*, vol. VIII, 2me cahier, 1872.)

Les recherches faites dans ces dernières années sur les spongiaires ont amené à reconnaître des affinités frappantes entre ces animaux et les cœlentérés; cependant certaines différences importantes dans l'organisation, et, en particulier, dans la structure histologique, arrêtaient encore récemment ceux qui auraient été le plus disposés à réunir ces deux groupes. M. Häckel disait en 1869: « *L'absence complète des organes urticants chez tous les spongiaires*, la présence constante de ces mêmes organes chez tous les coralliaires, les hydroméduses et les cténophores constituent aujourd'hui *le seul caractère morphologique*, qui sépare d'une manière nette et tranchée la première de ces classes des trois autres. J'ai, en conséquence, proposé déjà dans ma monographie des Monères, et plus tard dans ma « Natürliche Schöpfungsgeschichte » de réunir ces trois dernières classes sous l'ancien nom d'Acalèphes ou *Cnidæ* (animaux urticants). »

Malgré l'existence de ce caractère différentiel, l'idée que les spongiaires ne sont qu'un groupe inférieur des cœlentérés avait gagné du terrain; ainsi, M. Claus, dans la seconde édition de son traité de zoologie, divise l'embranchement des cœlentérés en trois classes, qui sont celles des *Spongiæ*, des *Anthozoa* et des *Ctenophoræ*. Ce rapprochement, qui pouvait paraître hasardé, vient d'être confirmé d'une manière éclatante par la découverte, due à M. Eimer, des organes urticants chez les spongiaires. Ce naturaliste a observé des organes de cette nature dans un certain nombre d'éponges siliceuses, plus ou moins voisines des *Reniera*.

Dans une première espèce à sarcode remarquablement visqueux, les cellules urticantes se trouvent disséminées sans

ordre bien régulier, mais cependant fréquemment autour des spicules et entourant le plus souvent dans toute leur étendue les ouvertures qui donnent accès aux courants afférents. Elles recouvrent en quantité particulièrement considérable la cavité stomacale. Il semble, par contre, qu'elles manquent à la surface de l'animal. Leur forme est ovoïde-raccourcie comme chez beaucoup de cœlentérés. Entre celles qui sont complétement développées, on trouve de nombreuses cellules en voie de formation.

La seconde espèce, qui a présenté des cellules urticantes, a des oscules s'ouvrant le plus souvent sur des éminences papilliformes et conduisant dans des canaux revêtus d'une membrane extrêmement distincte. C'est cette membrane qui est garnie de cellules urticantes à tous les degrés de développement ; elles sont plus sphériques et un peu plus petites que chez l'espèce précédente. Là. où les canaux aboutissent à la surface extérieure du corps, elles font place à des cellules ordinaires.

Une troisième espèce d'éponges à cellules urticantes se rapproche beaucoup de la précédente, mais elle en diffère par l'absence d'une couche cutanée et par la nature de ses spicules. Les canaux, servant au passage des courants efférents, ont la même largeur et la même disposition que chez la précédente, sauf qu'ils ne sont revêtus que d'une membrane très-délicate, dont l'on a même souvent de la peine à constater l'existence. Cette membrane porte des cellules urticantes et des cellules de formation à tous les degrés de développement, mais les cellules urticantes sont extrêmement rares au milieu des autres. Cette espèce, qui fait ainsi un passage entre les éponges à cellules urticantes et celles qui manquent de ces organes, peut être considérée comme un arrêt de développement de la précédente.

La quatrième forme n'a aucune trace de membrane tapissant les tubes qui servent de passage aux courants efférents. Son tissu est, chez la plupart des individus, encore plus délicat que celui de la précédente, dont elle diffère aussi par

ses spicules. Elle est ordinairement incolore; toutefois l'on trouve des individus qui ont une coloration d'un bleu-rougeâtre et de ceux-ci l'on passe à d'autres qui sont d'un bleu-violet. Parmi un grand nombre d'exemplaires de la variété bleuâtre, M. Eimer en a trouvé qui étaient remplis de cellules urticantes d'un type tout différent de celui qu'il avait observé chez les autres espèces, mais portant, comme les autres, de très-longs fils. Les cellules urticantes ne couvrent pas seulement ici la surface interne des tubes efférents; elles sont répandues dans toute l'éponge, avec leurs nombreuses cellules de formation à tous les degrés de développement. L'on peut constater nettement sur ces dernières que la partie essentielle de la cellule urticante, c'est-à-dire l'organe urticant naît du noyau. Les différents individus ne présentent pas ici l'uniformité que l'on observe dans les espèces précédentes; on voit varier de l'un à l'autre le rapport numérique des cellules en formation et des cellules formées. Chez certains, l'on ne trouve que des cellules en formation; chez d'autres, ainsi par exemple dans la variété incolore, on ne trouve plus même celles-là.

M. Eimer fait remarquer que, tandis que Leuckart et Häckel pensent que c'est par les éponges calcaires qu'a lieu le passage des spongiaires aux coraux, la découverte des cellules urticantes révèle une affinité remarquable entre les éponges siliceuses et les cœlentérés.

Outre ces détails sur les organes urticants, l'auteur communique le résultat de ses observations sur la nourriture des éponges, qui se compose de petits crustacés, comme celle de certains polypes, et sur l'existence chez ces animaux de zoospermes inconstestables. Ce n'est pas la première fois que l'on signale la présence de zoospermes chez des éponges. Des corps de cette nature ont été trouvés par Lieberkühn chez les Spongilla, et d'autres naturalistes en avaient indiqué chez des éponges marines. Mais plusieurs de ces observations étaient contestées; on supposait que, dans certains cas au moins, des cellules flagellées ou des infusoires avaient été

pris pour des zoospermes. M. Eimer figure des zoospermes parfaitement caractérisés, qu'il a observés dans de nombreuses éponges gélatineuses, siliceuses et calcaires. On trouve, disséminées dans les tissus, des balles sphériques ou ovalaires, dont la surface paraît granulée. A un très-fort grossissement, on reconnaît que ces granules sont dus à des myriades de têtes de zoospermes qui ont leur queue tournée en dedans. Lorsque cette balle a été rompue, on voit que la tête du zoosperme porte un prolongement antérieur ou bec (Schnabel) assez développé et plus foncé que les autres parties de la tête. Sauf la plus grande longueur de ce prolongement, la tête a tout à fait la forme de celle des zoospermes de l'homme. La queue est d'une ténuité extrême ; on ne peut l'apercevoir qu'avec un objectif très-puissant, tel que le 10 à immersion de Hartnack, et encore est-il impossible de la suivre dans toute sa longueur. On en voit cependant une assez grande partie pour s'assurer que chez les zoospermes mûrs elle est d'une longueur exceptionnelle ; souvent on peut compter 150 μ. Ces zoospermes naissent de cellules à noyaux distincts, et M. Eimer a cru reconnaître que la tête se forme aux dépens du noyau, tandis que le filament naît du protoplasma. Il a toujours trouvé avec ces zoospermes de nombreux œufs ; aussi considère-t-il les éponges comme hermaphrodites.

En même temps que M. Eimer étudiait les éponges à Capri, M. Häckel s'occupait aussi de ces animaux sur la côte de Dalmatie et s'assurait également de l'existence de zoospermes et d'œufs chez les éponges calcaires et siliceuses [1]. Les résultats de ses recherches ont même été publiés un peu avant le mémoire de M. Eimer. Ce dernier pense toutefois que Häckel, comme Huxley et Lieberkühn, n'ont pas eu sous les yeux des zoospermes complétement développés, mais seulement des formes peu avancées de ces éléments.

[1] *E. Häckel*, Ueber die sexuelle Fortpflanzung und das natürliche System der Schwämme. — Jenaische Zeitschrift, vol. VI, 4me cahier.

Comme Häckel a cependant observé une fécondation directe, M. Eimer émet la supposition qu'il y aurait des éponges chez lesquelles les zoospermes s'arrêteraient à une des phases inférieures de leur développement (?). A. H.

Dr Angel Marvaud. Effets physiologiques et thérapeutiques des aliments d'épargne ou antidéperditeurs (alcool, café, thé, coca, maté, etc.). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1871.

Dans ce travail, l'auteur résume d'abord avec détails les faits principaux concernant la fonction de nutrition, ainsi que les travaux entrepris avant lui sur les substances qu'il étudie expérimentalement.

Son but est de démontrer que l'*alcool*, *le thé*, *le café*, *la coca* et *le maté*, dont l'usage et le choix varient selon les divers peuples, jouent un rôle important dans la nutrition. Toutes ces substances en effet s'opposeraient à la désassimilation organique, modéreraient la combustion vitale et pourraient par conséquent être classées parmi les aliments d'épargne. Leur action se révèle :

1° Par une proportion moins considérable de principes éliminés par les urines (urée, acide urique);

2° Par la diminution de l'acide carbonique dans les gaz expirés;

3° Par un abaissement de la température animale.

C'est surtout au moyen d'expériences faites sur lui-même que M. Marvaud arrive à ce résultat qui confirme des opinions semblables émises avant lui par plusieurs expérimentateurs relativement à quelques-unes de ces substances (de Gasparin, Gosse, Jousand, Bouchardat, Payen, Sée, Rabuteau, etc.).

Se soumettant pendant une série de jours à une alimentation aussi régulière et aussi identique que possible, l'auteur en analysant ses urines peut obtenir une moyenne qui lui sert de base de comparaison pour se rendre compte de la proportion d'urée éliminée par lui à l'état normal ; ajoutant en suite à

son régime une plus ou moins forte proportion de ces diverses substances, l'auteur voit diminuer la proportion de l'urée excrétée et en conclut que toutes ces substances jouent le rôle d'aliments d'épargne ou antidésassimilateurs; il les classe d'après cette propriété dans l'ordre suivant: *alcool*, *coca*, *café*, *thé*, *maté*.

M. Marvaud étudie aussi leurs effets sur la calorification, la circulation, etc. Nous ne pouvons le suivre dans tous les développements qu'il donne à cette question. Nous nous contenterons de résumer ses principales conclusions.

L'*alcool*, le *café*, le *thé*, le *maté*, la *coca* jouissent de propriétés physiologiques et thérapeutiques incontestables.

Leurs propriétés physiologiques consistent:

1° Dans l'excitation générale du système cérébro-spinal et par suite des fonctions de la vie de relation.

L'alcool agit directement sur l'appareil sensitif de la moelle et indirectement sur l'appareil moteur.

La coca agit directement sur l'appareil moteur qu'elle excite à la façon des strychnées.

Le café, le thé et le maté agissent principalement sur le cerveau.

L'alcool et la coca doivent être envisagés comme des boissons musculaires, contrairement au café, au thé et au maté qui sont des boissons intellectuelles.

Les premiers excitent au travail des muscles, les seconds au travail de la pensée.

2° Dans un ralentissement de la désassimilation et dans un abaissement de la chaleur organique.

On s'explique ainsi comment ces substances excitent au travail et à la veille, comment elles suppléent en partie aux aliments, et comment elles modèrent la combustion vitale? De là leur consommation et leur extension progressive dans le régime journalier, de là leur utilité dans l'alimentation et leur rôle important en hygiène.

L'abus de ces aliments a deux principaux inconvénients:

1° Par l'excitation qu'ils déterminent sur le système ner-

veux, ils peuvent produire la fatigue, l'affaiblissement et même l'inertie de ce système ;

2° Par l'obstacle qu'ils opposent à la désassimilation et par le ralentissement qu'ils produisent dans les phénomènes de combustion, de transmutation et de décomposition indispensables à la vie, ils peuvent causer l'arrêt, la suspension ou même la suppression complète des actes nutritifs qui se passent au sein des éléments cellulaires et produire consécutivement l'engourdissement, la torpeur, l'atonie, la dégénérescence graisseuse et la nécrobiose de ces éléments.

Ainsi s'expliquent l'alcoolisme, le caféisme, le théisme, le cocaïsme.

Leurs propriétés thérapeutiques découlent de leurs effets physiologiques ; la médecine peut en tirer parti comme : 1° excitants du système nerveux ; 2° anticalorifiques ; 3° antidéperditeurs.

D[r] P.

Hermann AUBERT. UEBER DEN COFFEINGEHALT, etc. DE LA CAFÉINE CONTENUE DANS LE CAFÉ ET DE L'ACTION PHYSIOLOGIQUE DE LA CAFÉINE. (*Pflüger's Archiv*, juin 1872, t. V, p. 589.)

Les recherches publiées dans ce mémoire avaient été entreprises par M. Aubert en commun avec le D[r] Hasse[1] qui en publia un résumé dans sa thèse.

L'auteur de ce mémoire cherche d'abord à se rendre chimiquement compte de la proportion de caféine et de théine que contient une tasse de café ou de thé, et arrive à des résultats un peu supérieurs à ceux de ses prédécesseurs. Pour lui, une tasse de café formant une infusion de 16.75 gr. de grains secs de café, contient environ de 0,1 gr. à 0,12 gr. de caféine; une infusion de 5 à 6 gr. de feuilles sèches de très-bon thé contient environ de 0,1 gr. à 0,12 gr. de caféine.

Dans de nombreuses expériences entreprises sur la caféine, il étudie l'effet de cet alcaloïde sur les nerfs, les muscles, les

[1] *Hasse*, Untersuchungen..... Recherches sur l'action de la caféine. Rostock, 1871.

mouvements respiratoires, le cœur et la circulation sanguine.

La caféine augmente l'excitabilité réflexe et peut produire le tétanos. Pour M. Aubert et la plupart des auteurs, sauf Johannsen, ce tétanos est un tétanos médullaire, car il ne se produit pas dans une jambe de grenouille dont on a sectionné les nerfs ischiadiques, et il a lieu dans un membre dont la circulation a été supprimée au moyen d'une ligature, avant l'injection sous-cutanée de caféine sous la peau du dos.

Une injection de 0,005 gram. faite sous la peau d'une grenouille, de 0,120 gram. faite dans la jugulaire d'un lapin, de 0,200, gram. dans la jugulaire d'un chien ou d'un chat produit le tétanos.

M. Aubert ne peut constater un affaiblissement de l'excitabilité des nerfs signalé par MM. Voit, Johannsen et d'autres ; pour lui l'excitabilité nerveuse est altérée, comme M. Leven l'a montré, dans le cas seulement où l'on plonge directement le nerf dans une solution de caféine.

L'excitabilité musculaire n'est pas non plus modifiée, à moins que la caféine ne soit placée sur les muscles eux-mêmes. L'auteur n'admet pas que la caféine produise, comme l'avaient dit MM. Johannsen, Voit, et après eux MM. Buchheim et Eisenmenger [1], une notable modification de la contractilité musculaire.

[1] *Buchheim* et *Eisenmenger*, Einfluss....... De l'action de certains poisons sur la courbe de contraction musculaire de la grenouille. (Beiträge zur Anat. und Physiol., von Eckhard. Giessen, 1870.) — Mes recherches sur les effets physiologiques de la vératrine (Comptes rendus de la Société de Biologie, décembre 1866, résumées dans les Archives (Bibl. Univ.), tome XXX, 1867, p. 266), et celles de Bezold (Unters. aus dem physiol. Labor. in Wurtzbourg, Leipzig, 1867) qui vinrent les confirmer engagèrent MM. Buchheim et Eisenmenger, comme ils le disent dans cet ouvrage, à rechercher si d'autres substances modifiaient comme la vératrine la contractibilité musculaire. Ils trouvèrent que plusieurs alcaloïdes, parmi lesquels la *caféine*, étaient capables de produire comme la vératrine une prolongation de la secousse musculaire, mais à un degré bien moindre et moins remarquable que la vératrine. Dr P.

Confirmant les expériences de Uspensky, l'auteur montre que la production de l'apnée au moyen de la respiration artificielle s'oppose au développement des convulsions produites par la caféine; c'est là un phénomène semblable à celui que M. Rosenthal montra le premier pour le tétons strychnique. et qui paraît devoir être appliqué à tous les tétanos produits par influence réflexe.

Quant aux doses nécessaires pour tuer un animal apnéisé, elles ont varié : tandis que, en effet, 3 gr. de caféine n'ont pas tué un chien de 10 kilogr. chez lequel on entretenait la respiration artificielle ; d'autres chiens placés dans les mêmes conditions ont succombé après une injection de 0,25 gr. de caféine.

La caféine produit une augmentation de fréquence du pouls, une diminution de l'amplitude des pulsations pouvant se produire très-promptement (1 min. après l'injection) et pouvant déterminer immédiatement la mort du cœur.

De petites doses 0,1 gr. à 0,15 gr. injectées sous la peau ne produisent pas d'effet sur le cœur d'un lapin, tandis que une dose de 0,25 gr. de caféine amène une accélération des pulsations du cœur et des mouvements respiratoires.

L'augmentation de rapidité des battements cardiaques et l'élévation de pression artérielle qu'a constatées M. Aubert. peuvent selon lui être attribuées à une paralysie plus ou moins complète des nerfs qui se rendent des ganglions aux muscles du cœur, et à une excitation des appareils d'arrêt du cœur.

L'auteur ne peut admettre comme M. Leven que « la caféine donne au café ses principales qualités. » Il pense que l'action vivifiante du café qui donne à cette boisson une popularité légitime, n'est pas encore expliquée dans l'état actuel de la science.

L'auteur n'envisage point le café relativement au rôle que, selon les auteurs cités ci-dessus, il jouerait comme aliment d'épargne ; nous avons cependant cru devoir rapprocher ces deux travaux qui se complètent l'un et l'autre. D[r] P.

Francis Galton. Experiments....... Expériences relatives a la pangénèse. (*Proceedings of the Royal Society*, vol. XIX, nº 127, p. 393, 30 mars 1871.)

Dans cette communication M. Galton rend compte d'expériences contraires à la théorie de la pangénèse émise par M. Darwin dans son ouvrage sur *la variation des animaux et des plantes.*

La théorie de la pangénèse consiste, on le sait, à supposer que les innombrables cellules qui constituent les corps vivants sont elles-mêmes des organismes indépendants, capables de produire des gemmules qui, se répandant dans le sang, y circulent, s'y développent et sont capables de s'y reproduire par fissiparité.

Ces gemmules, par leur association, formeraient les éléments sexuels, elles pourraient rester fort longtemps à l'état latent sans se développer, se transmettant même d'une génération à l'autre et ne se développant que chez un descendant plus ou moins éloigné de celui qui aurait donné naissance à la gemmule. Ce serait à la présence de ces gemmules circulant dans le sang que serait due la tendance au retour à certains caractères typiques si fréquemment observés chez les animaux domestiques.

M. Galton a pensé qu'en transfusant le sang d'un animal de variété pure dans un autre appartenant à une autre variété pure, il pourrait introduire des gemmules en circulation dans le sang et modifier le type de l'animal opéré ou celui de ses descendants. Cette expérience fournirait ainsi un moyen de confirmer ou d'infirmer la théorie de la pangénèse avancée par M. Darwin.

C'est dans ce but que, s'adressant au secrétaire de la Société du Jardin zoologique de Londres, le Dr Sclater, M. Galton obtint du superintendant du Jardin, M. Bartlett, des lapins appartenant à des variétés pures et bien distinctes. Avec

l'aide du Dr Oscar Fraser il introduisit, au moyen d'une série de transfusions, une forte proportion du sang d'un lapin d'une variété dans les vaisseaux d'un lapin appartenant à l'autre variété.

Ces transfusions furent faites tantôt après défibrination du sang, tantôt, au contraire, en faisant passer directement, au moyen d'un transfuseur, le sang d'un vaisseau d'un lapin dans un vaisseau d'un autre lapin.

La transfusion fut renouvelée plusieurs fois chez le même sujet de manière à ce qu'une forte proportion du sang fût transfusée et qu'un grand nombre de gemmules pût être introduit avec le sang.

Un grand nombre de lapins de même variété pure qui avaient subi ces transfusions multiples furent croisés entre eux, et donnèrent toujours des produits semblables à eux et de variété pure. M. Galton n'observa aucun cas qui pût confirmer la pangénèse : il n'obtint jamais de trait de ressemblance avec l'autre variété de lapin qui avait fourni le sang de transfusion.

Cependant dans plusieurs cas il observa une stérilité plus ou moins complète ou de plus ou moins longue durée, et il se demande si ce phénomène est dû à une influence de pangénèse ou s'il ne résulte pas plutôt de l'affaiblissement inhérent à l'opération.

Les expériences de M. Galton l'amènent à conclure que, si l'hypothèse de la pangénèse est réelle, les gemmules ne sont du moins pas constamment en circulation dans le sang : si ces gemmules existent, leur séjour dans le sacg doit n'être que temporaire.

Dr P.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JUILLET 1872.

Le 7, entre 6 h. et 8 h. du soir, éclairs et tonnerres.

10, forte rosée le matin.

11 et 12, rosée le matin; le 12 éclairs et tonnerres depuis 5 $^1/_4$ h. pendant toute la soirée; les nuages orageux ont fait tout le tour de l'horizon et les plus fortes décharges ont eu lieu à 6 $^3/_4$ h. dans le passage d'un nuage orageux de l'Ouest à l'Est, au zénith de l'observatoire. A ce moment la foudre est tombée sur plusieurs points de la ville et des environs.

13, éclairs et tonnerres depuis 11 $^1/_4$ h. du matin jusqu'après midi; l'orage passe du SO. à l'Est et les plus fortes décharges ont eu lieu un peu avant midi; la foudre est tombée de nouveau sur plusieurs points de la ville et des environs.

17 halo solaire de 8 h. à 10 $^3/_4$ h.

18 de 8 h. à 9 h. du soir, éclairs et tonnerres; l'orage passe du Sud au Nord à l'Ouest de l'observatoire.

20, rosée le matin.

21, forte rosée le matin.

22 et 23, rosée le matin, le 23 de 8 h. à 10 h. soir éclairs à l'Est et au Sud.

29 à 8 h. soir éclairs au Sud; plus tard tonnerres.

30 à 2 h. éclairs et tonnerres.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 8 h. matin	730,26	Le 7 à 4 h. après m.	722,00
7 à 10 h. soir	725,43	8 à 6 h. matin	723,89
8 à 10 h. soir	727,07	10 à 6 h. soir	725,58
12 à 10 h. soir	729,66	15 à 6 h. soir	725,41
16 à 10 h. soir	727,34	17 à 2 h. après m.	725,16
21 à 8 h. matin	730,63	23 à 4 et 6 h. soir	723,50
25 à 6 h. matin	726,76	25 à 6 h. soir	724,23
28 à 6 h. matin	729,44	30 à 2 h. après m.	720,94
31 à 10 h. soir	724,18		

GENÈVE. — JUILLET 1872.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim.	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.					mm.				°	°	°
1	726,52	— 0,90	+20,11	+ 1,94	+13,4	+27,5	9,97	—0,46	593	— 94	340	770	...	...	variable	0,50	20,6	+ 4,2	190
2	728,94	+ 1,49	+18,75	+ 0,52	+15,8	+23,7	9,58	—0,88	626	— 60	350	820	...	...	NNE. 1	0,56	20,8	+ 4,3	191
3	729,97	+ 2,49	+17,93	— 0,35	+11,2	+22,0	8,38	—2,11	570	—115	380	750	...	...	NNE. 1	0,49	21,0	+ 4,4	193
4	729,83	+ 2,32	+18,22	— 0,11	+13,8	+22,5	7,65	—2,87	527	—157	300	760	...	...	NNE 2	0,17	20,7	+ 4,0	194
5	728,65	+ 1,11	+18,21	— 0,17	+14,0	+23,2	8,20	—2,34	563	—120	340	680	...	...	N. 1	0,00	20,4	+ 3,7	195
6	724,91	— 2,66	+18,26	— 0,17	+11,0	+24,0	8,92	—1,64	593	— 90	400	770	...	...	N. 1	0,03	20,7	+ 3,9	195
7	723,56	— 4,04	+19,86	+ 1,38	+12,0	+28,4	10,72	+0,14	647	— 35	350	1000	...	...	variable	0,58	—	—	195
8	724,87	— 2,76	+16,04	— 1,48	+12,1	+20,7	12,54	+1,94	916	+ 34	790	950	27,8	21	S. 1	1,00	20,1	+ 3,1	195
9	726,22	— 1,44	+16,44	— 2,12	+13,2	+20,0	9,88	—0,74	731	+ 50	560	890	..	...	N. 1	0,71	20,0	+ 2,9	194
10	726,58	— 1,11	+17,62	— 0,98	+10,8	+23,1	9,85	—0,78	681	—	390	910	...	...	N. 1	0,18	20,1	+ 3,0	194
11	726,49	— 1,22	+19,59	+ 0,95	+12,9	+26,9	12,17	+1,53	716	+ 35	550	910	...	...	N. 1	0,02	20,8	+ 3,6	194
12	728,41	+ 0,68	+19,10	+ 0,43	+12,8	+25,5	13,14	+2,49	810	+130	440	980	8,5	1	N. 1	0,77	20,8	+ 3,5	196
13	728,09	+ 0,34	+18,99	+ 0,29	+16,7	+23,9	13,02	+2,36	816	+136	640	920	8,6	2	SSO. 2	0,60	20,8	+ 3,4	196
14	727,31	— 0,46	+17,70	— 1,02	+14,9	+21,9	8,09	—2,58	571	—109	380	650	..	...	SO. 1	0,54	—	—	197
15	725,95	— 1,84	+17,74	— 1,00	+15,7	+22,0	8,62	—2,06	605	— 74	410	710	...	...	variable	0,71	13,3	— 4,2	198
16	726,59	— 1,22	+18,07	— 0,69	+14,8	+23,5	9,26	—1,43	635	— 44	400	810	...	...	variable	0,66	13,2	— 4,4	198
17	725,74	— 2,09	+15,98	— 2,80	+11,0	+22,1	10,22	—0,48	772	+ 93	470	960	3,8	3	N. 1	0,78	14,8	— 2,9	...
18	726,47	— 1,38	+18,34	— 0,45	+14,8	+23,2	11,30	+0,59	743	+ 64	530	910	5,0	2	SSO. 1	0,88	16,0	— 1,7	...
19	729,50	+ 1,63	+18,48	— 0,31	+13,2	+23,1	10,51	—0,21	683	+ 5	450	820	...	...	N. 1	0,19	16,1	— 1,7	...
20	730,18	+ 2,29	+18,76	— 0,04	+12,2	+24,8	10,66	—0,07	677	— 1	450	860	...	..	N. 1	0,02	16,3	— 1,5	...
21	730,06	+ 2,15	+20,22	+ 1,42	+13,2	+26,0	12,03	+1,29	692	+ 14	470	860	..	...	NNE. 1	0,00	—	—	...
22	727,62	— 0,31	+21,31	+ 2,50	+15,3	+27,0	13,51	+2,77	725	+ 46	480	860	...	...	N. 1	0,12	20,2	+ 2,2	202
23	724,92	— 3,03	+22,57	+ 3,76	+15,3	+26,9	14,65	+3,91	726	+ 47	550	860	...	...	N. 1	0,27	21,5	+ 3,5	204
24	726,25	— 1,72	+23,55	+ 4,75	+18,5	+29,8	13,52	+2,78	647	— 32	440	820	...	...	variable	0,79	21,5	+ 3,4	206
25	725,85	— 2,14	+23,25	+ 4,46	+18,0	+28,9	13,83	+3,08	679	— 1	400	850	...	...	N. 1	0,03	22,7	+ 4,6	207
26	726,31	— 1,70	+24,21	+ 5,43	+18,5	+30,0	15,00	+4,25	691	+ 11	480	850	...	...	NNE. 1	0,20	22,8	+ 4,6	208
27	728,08	+ 0,05	+25,70	+ 6,93	+19,8	+31,7	14,85	+4,10	627	— 53	440	850	...	...	variable	0,00	22,9	+ 4,7	209
28	727,53	— 0,51	+25,65	+ 6,90	+20,0	+31,5	14,14	+3,39	609	— 72	370	900	...	...	variable	0,48	—	—	210
29	724,84	— 3,21	+23,79	+ 5,06	+20,5	+29,5	14,43	+3,68	689	+ 8	410	860	2,6	8	N. 1	0,76	19,9	+ 1,6	212
30	722,31	— 5,75	+17,46	— 1,24	+16,4	+23,8	13,61	+2,86	942	+260	590	1000	60,6	18	NE. 1	0,92	19,7	+ 1,3	213
31	723,49	— 4,58	+19,35	+ 0,68	+16,0	+24,4	14,75	+4,00	884	+202	680	950	1,6	2	NNE. 1	0,96	19,2	+ 0,8	228

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	727,28	727,43	727,53	726,93	726,53	726,34	726,37	726,88	727,37
2e »	727,73	727,80	727,66	727,42	727,06	726,83	726,93	727,38	727,99
3e »	726,83	726,86	726,53	726,10	725,59	725,12	724,89	725,19	726,14
Mois	727,27	727,35	727,13	726,80	726,37	726,07	726,03	726,44	727,17
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+14,64	+17,67	+19,47	+20,85	+22,13	+22,23	+21,41	+19,37	+16,79
2e »	+15,35	+18,22	+20,17	+20,25	+22,03	+22,04	+20,97	+18,63	+17,03
3e »	+18,41	+22,03	+23,68	+25,22	+26,21	+26,50	+25,31	+23,63	+22,08
Mois	+16,21	+19,40	+21,19	+22,21	+23,55	+23,69	+22,65	+20,65	+18,75
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	9,86	10,01	9,63	9,07	8,74	8,98	10,00	9,96	10,35
2e »	10,54	10,74	10,01	10,52	10,13	10,40	11,06	11,84	11,53
3e »	13,39	14,00	13,53	13,16	13,37	14,13	14,68	15,18	15,28
Mois	11,33	11,66	11,14	10,99	10,83	11,27	12,00	12,42	12,48
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	789	670	573	506	455	462	526	595	730
2e »	811	685	968	596	506	527	599	739	798
3e »	850	713	625	561	544	556	631	715	779
Mois	818	690	590	554	503	516	587	684	769

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+12,73	+23,51	0,42	+20,49	27,8	193,6
2e »	+13,90	+23,69	0,52	+16,90	25,9	196,5
3e »	+17,41	+28,14	0,41	+21,16	64,8	209,9
Mois	+14,77	+25,21	0,45	+19,52	118,5	200,5

Dans ce mois, l'air a été calme 0,00 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,78 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 6°,7 O., et son intensité est égale à 31,1 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUILLET 1872.

Le 1er, brouillard le soir.

2, brouillard le matin et le soir.

3, brouillard presque tout le jour.

4, brouillard le matin et le soir.

5 et 6, brouillard le soir.

7, 8 et 9, brouillard tout le jour; le 9, grèle pendant quelques instants.

10, brouillard le matin.

12, brouillard depuis 10 h. du matin, éclairs et tonnerres à plusieurs reprises, de 2 $^1/_2$ h. à 3 h., à 5 $^3/_4$ h., et depuis 8 h. du soir de forts et fréquents coups de tonnerre du côté du Nord.

13, à 3 $^1/_2$ h. de l'après midi éclairs et tonnerres.

15, 16, 17 et 18, brouillard presque tout le jour; le 18, dans l'après-midi, la glace a complétement disparu du petit lac près de l'hospice.

19, brouillard le matin.

22, brouillard le matin et le soir.

23, faible orage à 10 $^1/_2$ h. du soir.

24, à 4 $^1/_2$ h. du matin, faible secousse de tremblement de terre; brouillard jusqu'à 6 h. du soir.

29, à 9 $^1/_2$ h. du soir, quelques coups de tonnerre du côté du Nord.

30, à 11 $^3/_4$ h. du matin, orage pendant un quart d'heure, brouillard depuis midi.

31, brouillard presque tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 4 à 10 h. soir	569,21	Le 6 à 8 h. soir	565,91
7 à 10 h. soir............	566,95	9 à 6 h. matin	565,77
12 à 10 h. soir	571,14	16 à 6 h. matin	565,06
21 à 4 h. après m	572,40	23 à 6 h. soir	569,06
27 à 10 h. soir	574,24	30 à 10 h. soir	564,95
31 à 8 h. soir	567,10		

SAINT-BERNARD. — JUILLET 1872.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.		Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.			
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.				
1	567,64	— 0,23	566,89	568,34	+ 6,17	+ 0,77	+ 3,5	+ 9,3	.....	.....	....	NE.	1	0,50
2	568,37	+ 0,44	568,10	568,81	+ 4,98	— 0,48	+ 2,9	+ 9,0	.....	.....	....	NE.	1	0,81
3	568,42	+ 0,44	567,81	568,84	+ 2,79	— 2,73	+ 0,9	+ 5,0	.....	.....	....	NE.	1	0,87
4	568,35	+ 0,32	567,92	569,21	+ 2,86	— 2,72	+ 0,6	+ 5,6	.....	.....	....	NE.	2	0,69
5	568,20	+ 0,12	568,01	568,40	+ 4,78	— 0,86	+ 1,2	+ 8,0	.....	.....	....	NE.	2	0,20
6	566,08	— 2,05	565,91	566,54	+ 6,67	+ 0,97	+ 3,9	+ 9,5	.....	.....	....	NE.	1	0,34
7	566,59	— 1,59	566,22	566,95	+ 6,89	+ 1,14	+ 3,8	+11,5	.....	.....	....	SO.	1	0,79
8	566,23	— 2,00	566,09	566,44	+ 2,65	— 3,15	+ 3,1	+ 3,8	.....	14,3.	....	SO.	1	0,91
9	565,83	— 2,44	565,77	566,02	+ 3,85	— 2,00	+ 3,0	+ 6,2	.....	8,3.	....	NE.	1	0,93
10	566,79	— 1,52	565,84	567,41	+ 4,82	— 1,08	+ 1,0	+ 7,6	.....	.....	....	NE.	1	0,30
11	568,93	+ 0,58	567,51	570,29	+ 9,40	+ 3,45	+ 5,5	+14,1	.....	.....	....	calme		0,52
12	570,72	+ 2,33	570,27	571,14	+ 9,45	+ 3,46	+ 7,0	+12,5	.....	3,2.	....	SO.	1	0,81
13	569,49	+ 1,06	568,41	570,74	+ 7,66	+ 1,63	+ 5,2	+11,1	.....	27,3.	....	SO.	1	0,76
14	566,38	— 2,09	565,94	567,07	+ 5,46	— 0,61	+ 3,0	+10,4	.....	.....	....	SO.	1	0,28
15	565,24	— 3,27	565,14	565,54	+ 3,43	— 2,68	+ 1,7	+ 6,8	.....	.....	....	NE.	1	0,86
16	566,08	— 2,47	565,06	566,88	+ 2,20	— 3,94	+ 1,2	+ 4,2	.....	.....	....	NE.	1	0,88
17	566,23	— 2,35	566,11	566,44	+ 5,64	— 0,53	+ 3,1	+ 9,0	.....	.....	....	SO.	1	0,70
18	566,69	— 1,92	566,04	567,48	+ 4,52	— 1,68	+ 2,4	+ 8,4	.....	4,7.	....	NE.	1	0,73
19	569,60	+ 0,96	568,20	570,56	+ 5,27	— 0,96	+ 2,5	+ 8,8	.....	.....	....	NE.	2	0,39
20	571,56	+ 2,89	570,64	572,35	+10,07	+ 3,81	+ 6,2	+13,8	.....	.....	....	NE.	1	0,00
21	572,10	+ 3,40	571,86	572,40	+10,76	+ 4,47	+ 7,5	+13,5	.....	.....	....	NE.	1	0,03
22	571,25	+ 2,52	570,91	571,67	+11,35	+ 5,04	+ 8,0	+14,4	.....	.....	....	NE.	1	0,56
23	569,41	+ 0,66	569,06	569,77	+12,15	+ 5,82	+ 9,7	+15,6	.....	.....	....	NE.	1	0,52
24	570,25	+ 1,48	569,85	570,69	+11,68	+ 5,33	+ 9,0	+15,2	.....	2,2.	....	NE.	1	0,69
25	570,25	+ 1,46	570,12	570,44	+13,05	+ 6,68	+ 8,8	+16,2	.....	.....	....	SO.	1	0,21
26	571,60	+ 2,79	570,66	572,34	+14,77	+ 8,39	+10,2	+18,8	.....	.....	....	calme		0,19
27	573,63	+ 4,80	572,71	574,24	+15,45	+ 9,06	+ 9,8	+20,2	.....	.....	....	SO.	1	0,18
28	572,78	+ 3,94	571,64	573,65	+16,04	+ 9,64	+13,2	+19,5	.....	.....	....	SO.	1	0,31
29	569,09	+ 0,24	568,16	570,48	+10,47	+ 4,06	+ 9,0	+13,4	.....	4,9.	....	SO.	1	0,86
30	565,84	— 3,02	564,95	566,79	+ 8,27	+ 1,86	+ 8,2	+10,6	.....	7,6.	....	SO.	1	0,83
31	566,36	— 2,51	565,54	567,10	+ 7,95	+ 1,54	+ 7,4	+10,6	.....	14,9.	....	SO.	1	0,84

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1872.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	566,94	567,08	567,27	567.29	567,30	567,34	567,34	567,48	567,62
2e «	567,71	567,98	568,11	568,16	568,11	568,09	568,24	568,33	568,51
3e «	570 24	570,44	570,49	570,35	570,27	570,27	570,06	570,17	570,21
Mois	568,36	568,56	568,68	568,65	568,61	568 62	568,60	568,71	568,83

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 2,52	+ 4,38	+ 6,20	+ 7,01	+ 7,42	+ 6 69	+ 5.74	+ 4,43	+ 4,09
2e «	+ 3,93	+ 6,23	+ 7,98	+ 9,13	+ 9.38	+ 8,56	+ 6,94	+ 6,02	+ 5,28
3e «	+ 9,31	+11,52	+13,76	+14,45	+14,51	+13,87	+13,58	+12,25	+11,35
Mois	+ 5,38	+ 7,51	+ 9,46	+10,34	+10,57	+ 9,85	+ 8,91	+ 7,72	+ 7,05

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	+ 2,39	+ 7,55	0,63	22,6	—
2e «	+ 3,78	+ 9.91	0,59	35,6	—
3e «	+ 9,16	+16,80	0,47	29,6	—
Mois	+ 5,24	+11,05	0,56	87,8	—

Dans ce mois, l'air a été calme 23,3 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,83 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 25,8 sur 100.

* Voir la note du tableau.

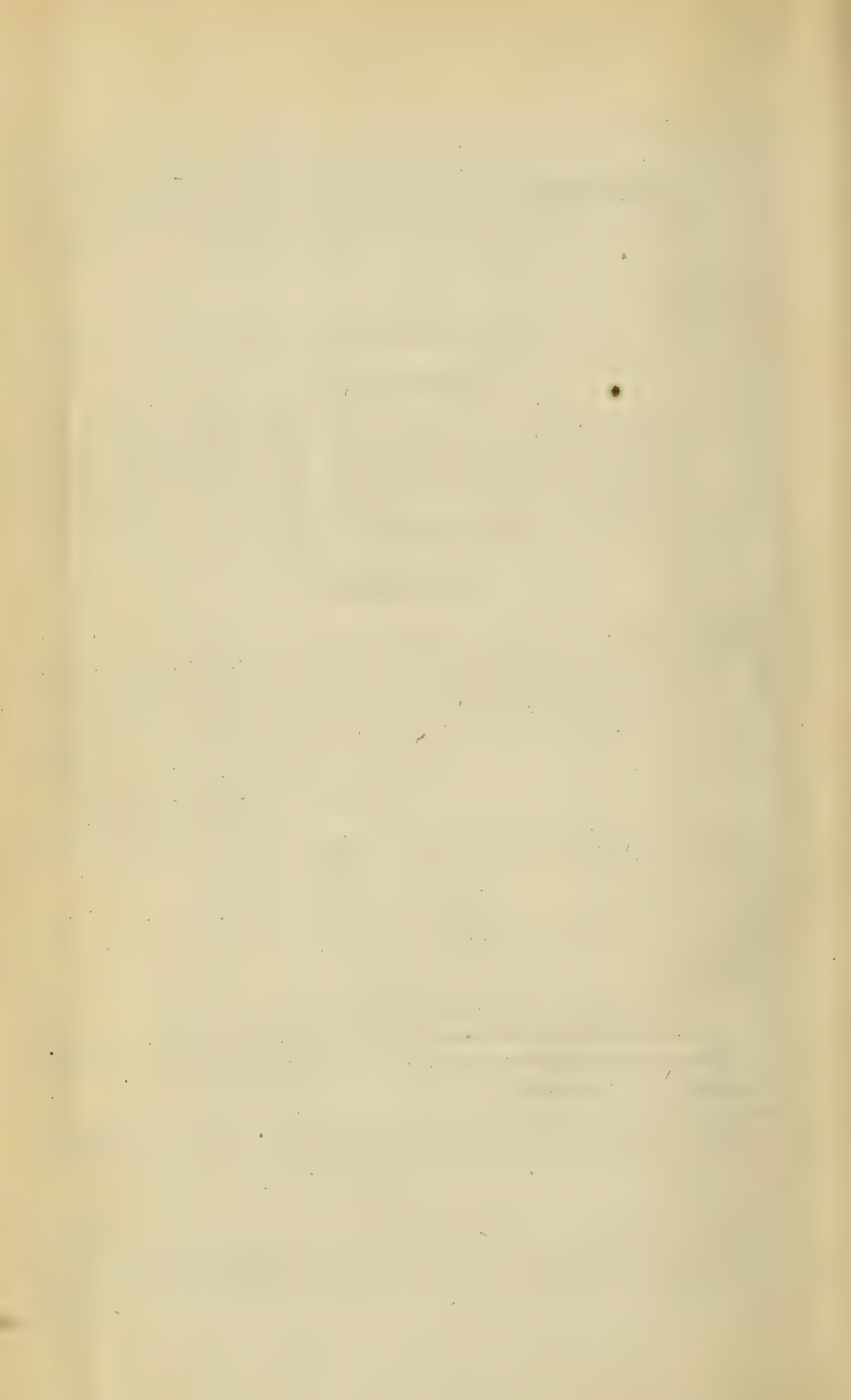


Fig.

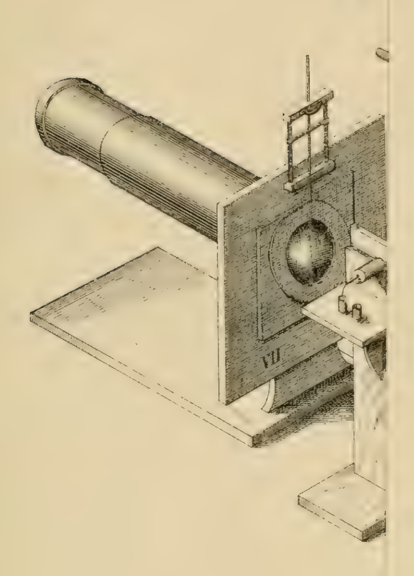


Fig. 2.

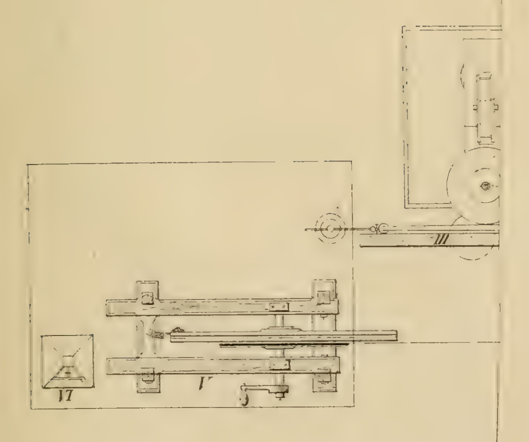


Fig. 1.

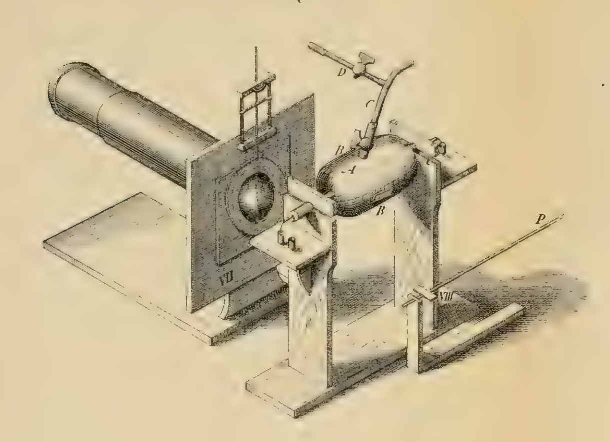
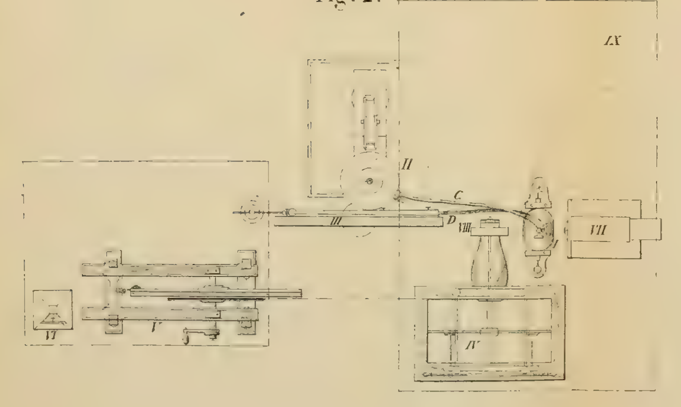


Fig. 2.



BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE
ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XLIV (NOUVELLE PÉRIODE)

1872. — Nos 173 à 176.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard

ERRATA. Numéro de Juin 1872.

Page 153, lignes 13 et 14, au lieu de : *Le maximum du courant, etc.*, lisez : *L'intensité du courant d'interruption est un peu augmenté dans le point maximum ; la courbe conserve du reste ses qualités.*



